

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS:

Contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante *in vitro* de hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn.

Para optar el título profesional de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR:

Bach. Katherine Maria JIMENEZ SALAZAR

ASESOR:

Dr. Q.F. Marco Rolando ARONES JARA

AYACUCHO - PERÚ

2024

Dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía y fuente de fortaleza en cada etapa de mi vida.

A mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificio me han brindado el apoyo necesario para alcanzar mis metas. Su ejemplo de perseverancia y dedicación es mi mayor inspiración.

A mi familia, por ser mi pilar y por darme siempre el ánimo para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por otorgarme la fortaleza y sabiduría necesarias para completar este proyecto.

Agradezco a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por proporcionarme los recursos y el entorno adecuados para llevar a cabo esta investigación, así como a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron al éxito de este trabajo. Cada uno de ustedes ha dejado una huella significativa en mi desarrollo personal y profesional.

Extiendo un agradecimiento especial a mi asesor de tesis, Dr. Marco Rolando Aronés Jara, cuya orientación, paciencia y conocimiento fueron esenciales para la realización de esta investigación. Su experiencia y dedicación han sido pilares fundamentales en este proceso, y por ello le estoy profundamente agradecida.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes regionales	6
2.2. Bases Teóricas	8
2.2.1. <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	8
2.2.2. Radicales libres y antioxidantes	10
2.2.3. Compuestos fenólicos	12
2.2.4. Métodos de determinación de actividad antioxidante	13
2.3. Marco conceptual	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Ubicación	15
3.2. Población y muestra	15
3.2.1. Unidad de análisis	15
3.2.2. Población	15
3.2.3. Muestra	15
3.3. Procedimiento para recolección de datos	15
3.3.1. Selección, recolección y desecación del material vegetal	15
3.3.2. Obtención del extracto metanólico	16
3.3.3. Obtención de fracciones del extracto metanólico	16
3.3.4. Contenido de compuestos fenólicos	16
3.3.5. Actividad antioxidante	17
3.4. Alcance de Investigación	19

3.5. Diseño de investigación	19
3.6. Hipótesis	19
3.7. Análisis de datos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES	39
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
IX. ANEXOS	47

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Clasificación de método analíticos para determinar la actividad antioxidante con respecto al mecanismo de reacción.	14
Tabla 2. Contenido de fenoles totales y flavonoides en las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	23
Tabla 3. Actividad antioxidante <i>in vitro</i> por el método DPPH de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	24
Tabla 4. Actividad antioxidante <i>in vitro</i> por el método ABTS** de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	26
Tabla 5. Actividad antioxidante <i>in vitro</i> por el método FRAP de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Fotografía de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	8
Figura 2. Representación esquemática de la clasificación de antioxidantes.	11
Figura 3. Estructura básica que presentan los compuestos fenólicos.	12
Figura 4. Estructura básica de los flavonoides.	12
Figura 5. Concentración eficiente antioxidante <i>in vitro</i> por el método DPPH de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	25
Figura 6. Concentración eficiente antioxidante <i>in vitro</i> por el método ABTS ^{•+} de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	27
Figura 7. Concentración eficiente antioxidante <i>in vitro</i> por el método FRAP de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Certificado de la clasificación taxonómica de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook. & Arn. "chinchilcuma".	49
Anexo 2. Curva de calibración de ácido gálico.	50
Anexo 3. Curva de calibración de rutina.	51
Anexo 4. Datos estadísticos del contenido de fenoles totales y flavonoides en las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	52
Anexo 5. Datos estadísticos de la actividad antioxidante por el método DPPH de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	53
Anexo 6. Datos estadísticos de la concentración eficiente antioxidante por el método DPPH de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	54
Anexo 7. Datos estadísticos de la actividad antioxidante por el método ABTS ^{•+} de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	55
Anexo 8. Datos estadísticos de la concentración antioxidante eficiente por el método ABTS ^{•+} de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	56
Anexo 9. Datos estadísticos de la actividad antioxidante por el método FRAP de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	57
Anexo 10. Datos estadísticos de la concentración antioxidante eficiente por el método FRAP de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.	58
Anexo 11. Fotografías de la ejecución de la investigación.	59
Anexo 12. Matriz de consistencia.	62

RESUMEN

Mutisia mathewsii Hook. & Arn. es una especie nativa de los andes que ha despertado interés debido a su potencial como fuente de compuestos bioactivos, especialmente aquellos con actividad antioxidante. Sin embargo, los estudios sobre el contenido de compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante son limitados. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el contenido de fenoles totales y evaluar el potencial antioxidante *in vitro* de las fracciones obtenidas del extracto metanólico de las hojas de *Mutisia mathewsii*. Para ello, se realizaron extracciones secuenciales con hexano, acetato de etilo y metanol, y se determinó el contenido de fenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu y el contenido de flavonoides por el método del tricloruro de aluminio, mientras que la actividad antioxidante se evaluó utilizando los ensayos DPPH, ABTS^{•+} y FRAP. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y pruebas de comparaciones múltiples de Tukey ($p < 0,05$). Los resultados mostraron que la fracción metanólica presentó el mayor contenido de fenoles totales ($280,27 \pm 0,35$ mg GAE/g) y flavonoides ($105,87 \pm 0,29$ mg RUE/g). En términos de actividad antioxidante, esta fracción también fue la más efectiva, alcanzando inhibiciones del 92,42% en DPPH, 65,40% en ABTS^{•+} y 78,87% en FRAP a 500 μ g/mL, con valores de CE50 significativamente bajos: 104,26 μ g/mL en FRAP. En conclusión, *Mutisia mathewsii* es una fuente prometedora de compuestos fenólicos con alta capacidad antioxidante, especialmente en las fracciones metanólica y el extracto metanólico, lo que sugiere su potencial uso en aplicaciones farmacéuticas y cosméticas.

Palabras clave. Compuestos antioxidantes, polifenoles, radicales libres, *Mutisia mathewsii*.

ABSTRACT

Mutisia mathewsii Hook. & Arn. is a native species of the Andes that has garnered interest due to its potential as a source of bioactive compounds, particularly those with antioxidant activity. However, studies on the phenolic content and antioxidant capacity of this species are limited. The present study aimed to determine the total phenolic content and evaluate the in vitro antioxidant potential of fractions obtained from the methanolic extract of *Mutisia mathewsii* leaves. Sequential extractions were carried out with hexane, ethyl acetate, and methanol, and total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method and flavonoid content by the aluminum chloride method. Antioxidant activity was assessed using DPPH, ABTS^{•+}, and FRAP assays. Data were analyzed by ANOVA and Tukey's multiple comparison tests ($p < 0.05$). The results showed that the methanolic fraction had the highest total phenolic content (280.27 ± 0.35 mg GAE/g) and flavonoid content (105.87 ± 0.29 mg RUE/g). In terms of antioxidant activity, this fraction was also the most effective, achieving inhibitions of 92.42% in DPPH, 65.40% in ABTS^{•+}, and 78.87% in FRAP at 500 μ g/mL, with significantly low CE50 values: 104.26 μ g/mL in FRAP. In conclusion, *Mutisia mathewsii* is a promising source of phenolic compounds with high antioxidant capacity, particularly in the methanolic fraction and extract, suggesting its potential use in pharmaceutical and cosmetic applications.

Keywords: Antioxidant compounds, polyphenols, free radicals, *Mutisia mathewsii*.

I. INTRODUCCIÓN

Perú es reconocido mundialmente como uno de los diez países megadiversos, debido a su gran variedad de ecosistemas y su diversidad ecológica. Este país alberga una extensa gama de pisos ecológicos, abarcando 84 de las 104 zonas de vida presentes en el planeta, distribuidas en 11 ecorregiones dentro de su territorio. Estas características crean condiciones ideales para el desarrollo de una vasta diversidad de especies vegetales.¹

En la actualidad, muchas especies vegetales siguen siendo empleadas por la población para aliviar problemas de salud primaria. Además, la diversidad ecológica juega un papel crucial en el metabolismo de las plantas, lo que da lugar a una variada composición química. Estos compuestos son responsables de ejercer una acción antioxidante en las plantas, la cual se ve influenciada por factores climáticos y metabólicos. Dichos factores generan especies reactivas de oxígeno, comúnmente conocidas como radicales libres, que pueden causar efectos negativos en los seres vivos.² Diversos estudios han demostrado la presencia de una amplia variedad de compuestos antioxidantes naturales en las plantas, los cuales podrían sustituir a los antioxidantes sintéticos, que en algunos casos pueden ser tóxicos. Además, estas investigaciones abren la posibilidad de identificar especies vegetales prometedoras con capacidades antioxidantes, reduciendo así los efectos adversos asociados al uso de compuestos sintéticos.³

La especie *Mutisia mathewsii* Hook & Arn. ha sido reportada por contener diversos metabolitos, entre los cuales se destacan triterpenos y/o esteroides, flavonoides, fenoles y/o taninos, y alcaloides. Entre estos metabolitos, los polifenoles destacan por su notable capacidad antioxidante,⁴ atribuida a su naturaleza química.⁵ Esto motivó la evaluación de su capacidad antioxidante a través de estudios *in vitro*, utilizando los ensayos DPPH, ABTS y FRAP. Estos ensayos se aplicaron tanto al extracto como a las fracciones obtenidas de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Por tales consideraciones se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Determinar el potencial antioxidante *in vitro* de los extractos de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de fenoles totales en las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn.
- Evaluar el potencial antioxidante *in vitro* de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn., mediante los ensayos de captación de radical libre DDPH, ABTS y FRAP.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Catalano et al.,⁶ en 1995, reportaron por primera vez la presencia de β -amirina, pseudotaraxasterol y lupeol en el extracto hexánico de las partes aéreas de *Mutisia acuminata*, mientras que en el extracto de metanol evidenciaron arbutina, quercetina y quercetina-3-glucurónido.

Vituro et al.,⁷ el 2003, publicaron su estudio sobre los derivados antifúngicos de metilfenona y 5-metilcumarinas de *Mutisia friesiana*. Para ello, las partes aéreas de *M. friesiana* fueron recolectadas en Jujuy, Departamento de Humahuaca, Argentina a 3500 m de altitud en verano. La especie fue identificada y depositada en el Herbario de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Salta. El material vegetal cortado, seco y en polvo (550 g) se extrajo con metanol a temperatura ambiente. Los extractos se concentraron al vacío que se repartió con n-hexano-MeOH/H₂O (10:3:1 v/v/v), produciendo una fase no polar y una fase acuosa. Entre sus resultados, además de la conocida mutisicoumarina A, las partes aéreas del arbusto *Mutisia friesiana* produjeron cinco nuevas metilfenonas, dos nuevas 5-metilcumarinas y una nueva cromona relacionada. Sus estructuras fueron aclaradas por métodos espectroscópicos. Los datos de ¹³C NMR para la mutisicoumarina A se informan por primera vez. Las mutisifenonas A y B y la mutisicoumarina A mostraron actividad antifúngica contra el hongo fitopatógeno *Cladosporium cucumerinum*.

Juárez et al.,⁸ el 2003, publicaron el estudio de los flavonoides de *Mutisia acuminata*. Para ello, las hojas y flores fueron recolectadas en Salta, departamento de. Rosario de Lerma, a 2000 metros de altura. La clorofila de las hojas y flores fueron extraídas con cloroformo. El residuo fue extraído sucesivamente con metanol 80%, 50% y metanol puro. Los extractos metanólicos fueron evaporados a presión reducida. El residuo seco fue redissuelto en metanol

80%. Las estructuras se establecieron sobre la base del comportamiento cromatográfico en papel y TLC en diferentes sistemas de solventes, reacción de color y humos de amoníaco bajo luz UV, y métodos espectrofotométricos que involucran UV/VIS, de acuerdo con procedimientos estándar (Mabry et al., 1970; Harborne et al., 1975; Markham, 1982). De esta manera se aislaron de las hojas y flores de *Mutisia acuminata* varios compuestos, tales como quercetina, quercetina-3-glucurónido, isorhamnetin-3-glucurónido y diglicósido de pelargonidina. Asimismo, reportaron por primera vez la presencia de antocianinas en el género *Mutisia*.

Vituro et al.,⁹ en el 2000, informaron sobre el estudio químico del aceite esencial (AE) de *Mutisia friesiana*. Recolectaron ejemplares silvestres de *M. friesiana*, identificados como Ma (herbario: Ahumada 7183) y Mb (herbario: HG1115), en dos lugares altos de la provincia de Jujuy: Puna y Quebrada. El AE fue extraído de la parte aérea por hidrodestilación y fue analizado por cromatografía de gases con detector de ionización de llama. Entre sus hallazgos determinaron que, el rendimiento de AE es similar al de otras especies aromáticas (0,33% a 0,80% v/p sobre material seco). Asimismo, identificaron ciento veintisiete componentes mediante la comparación de sus espectros de masas con los reportados en la literatura. Determinaron que la composición de AE de las dos zonas diferentes de Jujuy es cualitativamente similar, siendo el linalol (E)- β -damascenona, el hexanol y el (Z)-3-hexenol los compuestos que contribuyen al perfume del aceite esencial. En 1999, **Vituro et al.**¹⁰ publicaron un estudio sobre la actividad eliminadora de radicales libres de *Mutisia friesiana* (Asteraceae) y *Sanicula graveolens* (Apiaceae). En sus hallazgos, identificaron que los extractos solubles en agua de ambas especies mostraron actividad eliminadora de radicales al ser evaluadas mediante el método de DPPH. Identificaron la presencia de derivados del ácido cafeico y flavonoides que, tras la hidrólisis, se identificaron el ácido cafeico y la quercetina.

Catalano et al.,¹¹ en 1998, publicaron su estudio que evaluó el efecto antimicrobiano de *Mutisia acuminata*, contra bacterias y hongos (esporas y micelios) y evaluaron el efecto del pH del medio sobre la actividad antimicrobiana. Las partes aéreas fueron recolectadas en septiembre de 1988 en el Departamento de Piura (Andes centrales del Perú). Las partes aéreas secadas al aire y molidas (516 g) de *Mutisia acuminata* var. *acuminata* se extrajeron a temperatura ambiente con metanol. La solución se concentró a presión reducida, se diluyó con agua y

se extrajo primero con éter de petróleo, luego con acetato de etilo y finalmente con n-butanol. La fase residual de metanol/agua se evaporó luego al vacío y el residuo se denominó extracto M (52 g 10% p/p). Luego, la droga agotada se extrajo con agua a 50–60°C, la solución se liofilizó y el residuo se denominó extracto W (82 g 15,8% p/p).

Los resultados anteriores indican que los extractos M y W son activos contra algunos patógenos humanos como *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. Esta actividad podría explicar científicamente algunos de los usos de *Mutisia acuminata* var. *acuminata* en la medicina popular peruana. La acción inhibidora del extracto M contra las esporas de *Botrytis cinerea* indica su uso potencial como pesticida natural para prevenir la pudrición durante el almacenamiento.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Alvarado B, y col.,¹² el 2017 reportaron el estudio que determinó la actividad antioxidante y citotóxica de 35 plantas medicinales de la Cordillera Negra, Áncash; entre las especies vegetales en estudio tuvimos a la *Mutisia acuminata* R. & P., se realizó una extracción metanólica y como resultado en el tamizaje fitoquímico se reportó la presencia de: alcaloides, antraquinonas, compuestos fenólicos, flavonoides, lactonas sesquiterpénicas y saponinas. Para el potencial antioxidante se realizó mediante la captación del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), obteniéndose como resultado una inhibición del radical DPPH en un 93,09% a una concentración de 100 µ/mL del extracto metanólico. Con respecto en la evaluación citotóxica el extracto presentó mortalidad en los huevos fértiles obtenidas de erizo de mar.

Chirinos et al.,¹³ en su investigación publicada el 2013, determinaron el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de veintisiete especies vegetales andinas peruanas, incluyendo *Mutisia acuminata*, recolectada en la región de Junín. La extracción se realizó utilizando una mezcla de metanol y agua (80:20) a partir de muestras previamente liofilizadas. El contenido de fenoles totales se cuantificó con el reactivo de Folin-Ciocalteu y el contenido de flavonoides, con el reactivo de cloruro de aluminio. Los resultados evidenciaron que *Mutisia acuminata* presenta $59,4 \pm 0,9$ mg GAE/g de fenoles totales y $6,72 \pm 0,13$ mg EQ/g de flavonoides. La evaluación del potencial antioxidante se llevó a cabo utilizando los ensayos DPPH, ABTS y ORAC, obteniéndose los siguientes valores: $414,7 \pm 2,0$ µmol ET/g, $656,5 \pm 16,1$ µmol ET/g y $2326,2 \pm 43,1$ µmol ET/g,

respectivamente. Estos resultados indican que *Mutisia acuminata* presentó una buena actividad antioxidante en comparación con otras especies incluidas en el estudio.

Lock O, y col.,¹⁴ el 2005 publicaron la investigación que tuvo como objetivo determinar la actividad antioxidante *in vitro* de plantas utilizadas en medicina tradicional recolectadas en diferentes partes del Perú. La actividad antioxidante *in vitro* se midió mediante el ensayo de captación de radicales libres 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), utilizándose la rutina como estándar. Una de las especies recolectadas fue la *Mutisia cochabambensis*, especie perteneciente al género *Mutisia*. La investigación reportó un resultado de: un porcentaje de actividad antioxidante de 24,39 % y 88,29 %, para las concentraciones de 10 µ/mL y 50 µ/mL, respectivamente.

2.1.3. Antecedentes regionales

Aronés et al.,⁴ en el 2022, reportaron sus hallazgos del estudio del tamizaje fitoquímico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de trece plantas medicinales recolectados en los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras de Huaraca, en Perú. Entre las especies recolectadas se incluyó *Mutisia mathewsii* Hook & Arn., de la cual se realizó una extracción hidroalcohólica mediante percolación, seguida de la atomización del extracto. El tamizaje fitoquímico reveló la presencia de triterpenos y/o esteroides, flavonoides, fenoles y/o taninos, y alcaloides. Para la cuantificación de fenoles totales, se utilizó el método espectrofotométrico con reactivo de Folin-Ciocalteu, obteniéndose un valor de $258,4 \pm 0,2$ mg GAE/g de extracto, posicionando a esta especie como la cuarta con mayor contenido de fenoles en comparación con otras especies recolectadas. En cuanto al contenido de flavonoides, se aplicó el método colorimétrico con tricloruro de aluminio, obteniéndose $175,6 \pm 0,7$ mg RUE/g de extracto, lo que hizo de *Mutisia mathewsii* la especie con mayor contenido de flavonoides en el estudio. El potencial antioxidante se evaluó mediante el ensayo de 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH), arrojando un $36,8 \pm 0,6\%$ de actividad antioxidante y un IC₅₀ de $118,7 \pm 0,3$ µg/mL.

Condoli,¹⁵ el 2019, investigó el potencial antioxidante de las hojas de *Mutisia mathewsii*, recolectadas en Vinchos, Huamanga, Ayacucho. Mediante extracción hidroalcohólica, el estudio identificó la presencia de esteroides, flavonoides y taninos. La cuantificación mostró 263,3 mg GAE/g de fenoles y 171,3 mg RUE/g de flavonoides en el extracto. En los ensayos antioxidantes, el extracto demostró

una inhibición de radicales del 26,19% en DPPH, 53,24% en ABTS y 65,51% en FRAP, a diferentes concentraciones. Los valores IC₅₀ fueron 228,8 µg/mL (DPPH), 246,3 µg/mL (ABTS) y 56,5 µg/mL (FRAP).

A continuación, se describen investigaciones de otras especies del género *Mutisia*, con estudios de la composición química y su actividad antioxidante de las partes aéreas de las especies, las cuales nos ayudaron al entendimiento de los resultados que se obtengan en nuestra investigación.

Omote,¹⁶ el 2015, publicó una investigación cuyo objetivo fue evaluar la actividad antioxidante de una crema elaborada a base de compuestos fenólicos de las flores de *Mutisia acuminata* R&P. ("chinchilcoma"). Las flores fueron recolectadas en el centro poblado de Chuschi, provincia de Cangallo, en el departamento de Ayacucho. Para ello, se llevó a cabo una extracción hidroalcohólica de las flores, la cual fue concentrada hasta obtener un extracto seco. Posteriormente, se extrajeron los compuestos fenólicos utilizando solventes de distinta polaridad, obteniendo la fracción de acetato de etilo. Los compuestos fenólicos se aislaron mediante cromatografía en capa fina, donde se obtuvieron bandas que fueron analizadas en un espectrofotómetro en un rango de 200 a 500 nm, registrándose los picos máximos de absorción. La crema fue formulada con concentraciones de 0,5%, 1,0% y 2,0% de los compuestos fenólicos aislados de las flores de *Mutisia acuminata*. Su potencial antioxidante se evaluó utilizando el ensayo de inhibición del radical libre DPPH, obteniendo como resultado que la crema elaborada con una concentración del 2,0% mostró un 99,70% de inhibición del radical DPPH, superando a las cremas con otras concentraciones.

Bellido,¹⁷ llevó a cabo un estudio que evaluó la actividad antioxidante de las hojas y flores de *Mutisia acuminata* R. & P., mediante el método del DPPH, observándose que las fracciones aisladas tenían una capacidad de captación del radical libre DPPH superior al 50%. El estudio concluyó que tanto las hojas como las flores mostraron actividad antioxidante, destacando la fracción de acetato de etilo por contener los metabolitos secundarios con la mayor actividad antioxidante.

Yarlequé M, y col.,¹⁸ aislaron e identificaron flavonoides de *Mutisia acuminata*, atribuyéndoles la capacidad de prolongar el tiempo de recalcificación del plasma humano citratado. El proceso se realizó mediante una rápida cromatografía en sílica gel del extracto alcohólico, empleando solventes de polaridad creciente: n-hexano, cloroformo, metanol y agua. La fase acuosa fue analizada mediante cromatografía en capa fina en celulosa, utilizando un sistema de solventes de

butanol, ácido acético y agua (BAW; 4:1:5, fase orgánica). Los compuestos aislados fueron analizados en un espectrofotómetro Génesis II, a una longitud de onda de 200-500 nm. La fase acuosa mostró efecto anticoagulante en plasma humano citratado, y la cromatografía en capa fina en sílica gel permitió aislar dos flavonoides responsables de este efecto: la 3',4',5-trihidroxi-7-O-gli flavanona y la 3',5-dihidroxi-4-O-metil-7-O-Rh-glucosil flavanona.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

División	: “Magnoliophyta”
Clase	: “Magnoliopsida”
Subclase	: “Asteridae”
Orden	: “Asterales”
Familia	: “Asteraceae”
Género	: “ <i>Mutisia</i> ”
Especie	: <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.
Nombre vulgar	: “chinchilcuma”.

Certificado emitido por la bióloga Laura Aucasime Medina de la Facultad de Ciencias Biológicas, UNSCH 2017 (Anexo 1).

2.2.1.2. Nombres comunes

Entre sus denominaciones más comunes son: “chilchilcuma”, “mancharisa”, “mancharisqa”, “siete sabios”, “chinchircoma mayu”,¹⁹⁻²² por pobladores anexas a la cuenca del Río Chillón – Canta, esta especie es conocida como “picaflor”.²³

2.2.1.3. Descripción botánica

Es un subfrutice voluble, hojas alternas, simples, lineales, lineal-lanceoladas, de base sagitada, haz glabro o tomentoso. Inflorescencia capítulo solitario, terminal, campanulado, heterógamo. Sus flores son marginales liguliformes, femeninas amarillo-rojizas, con una corola bilabiada, labio externo desarrollado y labio interno pequeño filiforme inconspícuo; flores del disco son de color amarillo, hermafroditas, bilabiadas (labio externo trífido y labio interno bífido), con unas anteras



Figura 1. Fotografía de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

apendiculadas en el ápice, sagitadas en la base. Presenta pappus plumoso. Fruto es de tipo aquenio cilíndrico y glabro.²⁴

2.2.1.4. Distribución y hábitat

Está distribuido en matorrales húmedos, en zonas altoandinas, adaptadas a una altitud de 3400-3900 msnm,¹⁹ que comprenden las regiones naturales de Suni y Puna. Se han reportado la presencia de esta especie en los departamentos de Áncash, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Junín y Lima.^{25,26}

2.2.1.5. Composición química

La composición química de *Mutisia mathewsii* ha sido estudiada en varios trabajos. Según Aronés et al.,⁴ el tamizaje fitoquímico de las hojas reveló la presencia de triterpenos, esteroides, flavonoides, fenoles, taninos y alcaloides. Los análisis cuantitativos indicaron que las hojas de *Mutisia mathewsii* contienen un alto contenido de compuestos fenólicos, alcanzando $258,4 \pm 0,2$ mg GAE/g de extracto, lo que la posiciona como una de las especies con mayor concentración de fenoles en el estudio. El contenido de flavonoides fue también destacado, con $175,6 \pm 0,7$ mg RUE/g, situando a esta especie entre las de mayor riqueza en flavonoides.

Otro estudio realizado por Condoli,¹⁵ confirmó la presencia de esteroides, flavonoides y taninos en el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mutisia mathewsii*. La concentración de fenoles y flavonoides en este estudio fue similar, con valores de 263,3 mg GAE/g para los compuestos fenólicos y 171,3 mg RUE/g para los flavonoides.

En contraste se han reportado estudios sobre la composición química de otras especies del género *Mutisia*.

En un estudio realizado por Catalano et al.,¹¹ se analizaron las partes aéreas de *Mutisia acuminata*. El extracto hexánico contenía triterpenos como β -amirina, pseudotaraxasterol y lupeol, mientras que el extracto metanólico mostró la presencia de arbutina, quercetina y quercetina-3-glucurónido.

Juárez et al.,⁸ también identificaron en las hojas y flores de *Mutisia acuminata* diversos compuestos como quercetina, quercetina-3-glucurónido, isorhamnetina-3-glucurónido, y diglicósido de pelargonidina, reportando la presencia de antocianinas por primera vez en esta especie.

Vituro et al.,⁹ realizaron un análisis del aceite esencial de *Mutisia friesiana*, identificando linalol, (E)- β -damascenona, hexanol y (Z)-3-hexenol como los principales componentes aromáticos del aceite esencial. En otro estudio, el mismo

autor reportó la presencia de metilfenonas y 5-metilcumarinas, compuestos con actividad antifúngica.

En otro trabajo, Viturro et al.,¹⁰ aislaron derivados de ácido cafeico y flavonoides en los extractos de *Mutisia friesiana*, destacando la quercetina como uno de los principales compuestos bioactivos con capacidad antioxidante.

En un estudio de Lock et al.,¹⁴ se evaluó la actividad antioxidante de *Mutisia cochabambensis*, en el que se identificó una alta capacidad antioxidante, con un porcentaje de actividad del 88,29% a una concentración de 50 µg/mL, lo que indica la presencia de compuestos con capacidad para neutralizar radicales libres.

Estos estudios muestran que las especies del género *Mutisia* poseen una rica variedad de compuestos bioactivos, principalmente flavonoides, triterpenos, ácidos fenólicos y cumarinas, que contribuyen a sus propiedades antioxidantes, antifúngicas y potenciales aplicaciones medicinales.

2.2.1.6. Propiedades y uso medicinal

La *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn., se utiliza para malestares tradicionales conocidas como: “aya wayra”, “susto”, “aya tullu”, “mal de aire”, “qayqa”,¹⁹ otros indican que se usa para curar el susto en niños mediante baños con la decocción de las ramas y flores.²¹

2.2.2. Radicales libres y antioxidantes

Los antioxidantes son un amplio grupo de compuestos químicos presentes de forma natural en los alimentos, que ayudan a prevenir o disminuir el estrés oxidativo en el organismo. Este efecto es importante ya que nuestro cuerpo genera constantemente radicales libres como resultado del metabolismo del oxígeno, y estos radicales libres causan daño celular, contribuyendo a diferentes problemas de salud.²⁷ Los antioxidantes son fantásticos eliminadores de radicales libres que promueven la prevención y reparación del daño celular causado por estos radicales. Las plantas y los animales son la fuente abundante de antioxidantes que se producen naturalmente.²⁷

2.2.2.1. Radicales libres

Un radical libre es cualquier especie química capaz de existencia independiente (de ahí el término “libre”), que contiene uno o más electrones desapareados., ocasionándole una inestabilidad química, entonces: el radical libre en busca de su estabilidad sustrae electrones de moléculas estables, ocasionado a su vez que la molécula estable se convierta en otro radical libre y de esta manera generar una reacción en cadena perjudicial para las células.^{28,29}

2.2.2.2. Estrés oxidativo

Se define como el desbalance entre la presencia de las especies reactivas del oxígeno y nitrógeno (ROS y RNS, siglas en inglés) y la capacidad que tiene el organismo de hacer frente a las acciones negativas que ocasionan a través de un sistema antioxidantes del organismo. Esencialmente se debe a un aumento de ROS/RNS o por el otro lado la disminución de capacidad inhibitoria de los antioxidantes endógenos para combatir los efectos oxidativos, que frecuentemente son responsables de enfermedades.³⁰

2.2.2.3. Sistema de defensa antioxidante y clasificación

El sistema de defensa antioxidante comprende sustancias que, en concentraciones normales, reaccionan con radicales libres al donar electrones, convirtiéndose en radicales menos tóxicos. Algunos antioxidantes, como los enzimáticos, funcionan catalizando reacciones en las que sustratos interactúan con los radicales libres.³¹

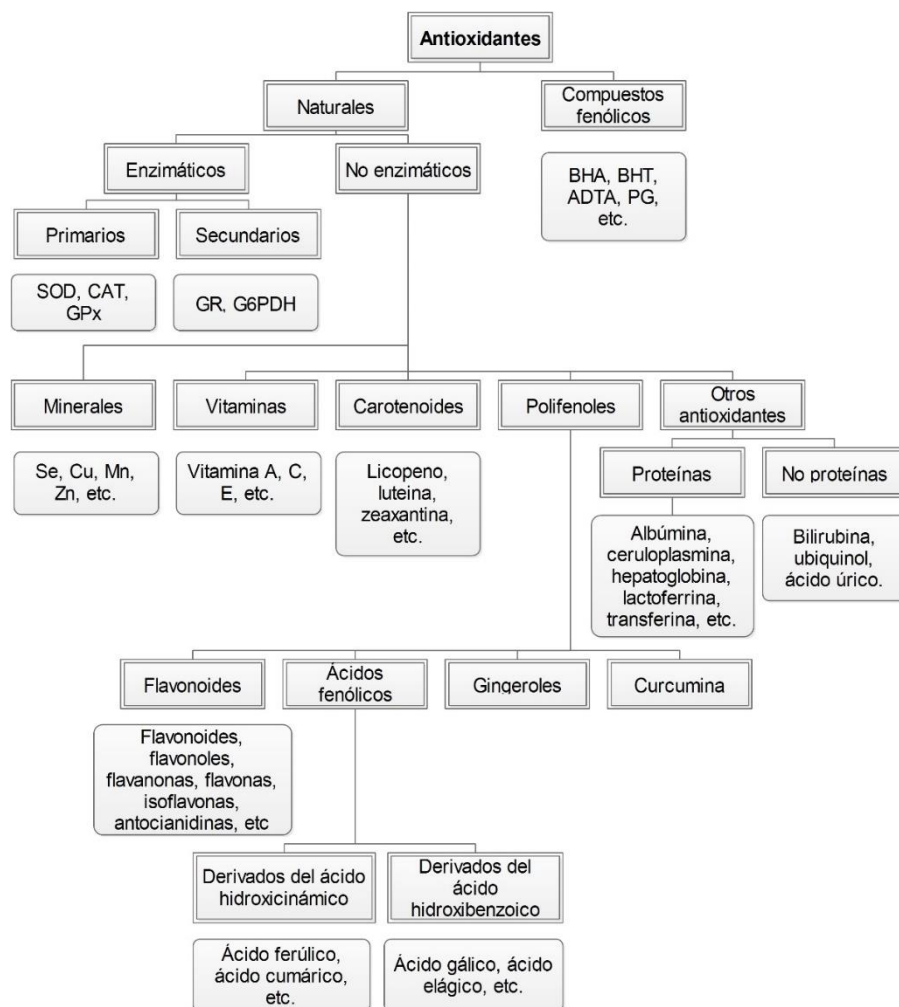


Figura 2. Representación esquemática de la clasificación de antioxidantes.²⁷

2.2.3. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos, conocidos como polifenoles o fenilpropanoides, son metabolitos de interés químico en las plantas, caracterizados por uno o más grupos hidroxilo en un anillo aromático.³² Sintetizados a través de la ruta del ácido shikímico, cumplen funciones vitales en crecimiento, reproducción y defensa frente a patógenos, estrés oxidativo por radiación UV y depredadores.³³ Además, hay evidencia de que en la dieta actúan como antioxidantes, protegiendo contra los efectos de especies oxidantes y reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas degenerativas y cardiovasculares.³⁴

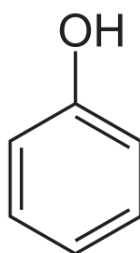


Figura 3. Estructura básica que presentan los compuestos fenólicos.³³

2.2.3.1. Flavonoides

Los derivados de compuestos fenólicos, como los flavonoides, son un extenso grupo de sustancias del metabolismo secundario de las plantas, sintetizados a través de la ruta del ácido shikímico y la vía de los policétidos.³⁵ Los flavonoides, una subfamilia destacada de polifenoles naturales, se asocian con un menor riesgo de enfermedades degenerativas crónicas debido a sus propiedades biológicas comprobadas.³⁶ Estas moléculas poseen una estructura C6-C3-C6, formada por dos anillos aromáticos (A y B) y un anillo heterocíclico (C), que varía según los grupos hidroxilo o metoxilo presentes.³⁷

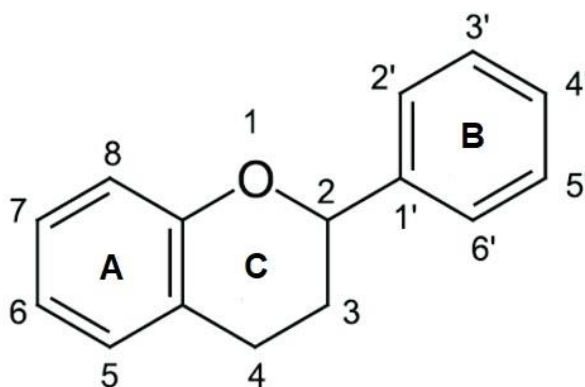


Figura 4. Estructura básica de los flavonoides.³⁸

2.2.4. Métodos de determinación de actividad antioxidante

En la última década, el estudio de diversos compuestos y su función como antioxidantes ha crecido, lo que ha impulsado el desarrollo de métodos analíticos para medir su actividad. Los antioxidantes actúan a través de diferentes mecanismos, como la captura de radicales libres, la quelación de metales, y la activación de sistemas antioxidantes biológicos, produciendo un efecto sinérgico en mezclas de compuestos.³⁹ Para estabilizar radicales libres, los antioxidantes utilizan dos mecanismos principales: la transferencia de átomos de hidrógeno (TAH), aplicada en ensayos como ORAC, TRAP y DCFH-DA; y la transferencia de electrones (TE), utilizada en FRAP, DPPH y DMPB. El ensayo ABTS combina ambos mecanismos.^{40–42}

Tabla 1. Clasificación de métodos analíticos para determinar la actividad antioxidante con respecto al mecanismo de reacción.

Categoría	Ensayo	Medida	Técnica
Transferencia de átomos de hidrógeno	ORAC	Inhibición de la caída de fluorescencia de PE/FL	Fluorimetría
	TRAP	Oxígeno consumido	Electrodo de oxígeno
	DCFH-DA	Inhibición de oxidación de DCFH-DA	Espectrofotometría - Fluorimetría
Transferencia de electrones	FRAP	Reducción TPTZ-Fe ³⁺ a TPTZ-Fe ²⁺	Espectrofotometría
	DPPH	Reducción del radical DPPH	Espectrofotometría
	DMPB	Reducción del DMPB ⁺	Espectrofotometría
Mixtos (TAH & TE)	ABTS ^{•+}	Descenso de ABTS [*]	Espectrofotometría

Nota: PF es el Pico de Fluorescencia y PL es la Pérdida de Luminosidad. TPTZ-Fe³⁺ es el 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina.

2.3. Marco conceptual

Actividad antioxidante. “Un antioxidante es cualquier sustancia que, a bajas concentraciones, en comparación con el sustrato oxidable, retarda o previene de forma significativa la oxidación de ese sustrato, actuando como donador de electrones (agente reductor)”.⁴³

Radical libre. “Los radicales libres son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre por lo que son muy reactivos, ya que tienden a captar

un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica".²⁸

Polifenol. "Los polifenoles son compuestos bioactivos antioxidantes más abundantes en la dieta, poseen estructuras con anillos aromáticos y dobles enlaces conjugados a partir de los cuales ejercen su acción antioxidante".³⁹

Flavonoides. "Los flavonoides son compuestos de bajo peso molecular que comparten un esqueleto común difenilpirano ($C_6-C_3-C_6$), compuesto por dos anillos fenilo (A y B) ligados a través de un anillo C de pirano heterocíclico".³⁷

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

Este estudio se llevó a cabo en los laboratorios del Centro de Desarrollo, Análisis y Control de Calidad de Medicamentos y Fitomedicamentos de la Escuela de Farmacia y Bioquímica, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Unidad de análisis

Hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn.

3.2.2. Población

La población son las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn. que crecen en los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras de Huaraca, ubicado en el distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, en el departamento de Ayacucho.

3.2.3. Muestra

La muestra estuvo constituida por dos kilogramos de hojas *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn., que crecen en los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras de Huaraca, distrito de Vinchos, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho.

3.3. Procedimiento para recolección de datos

3.3.1. Selección, recolección y desecación del material vegetal

La muestra vegetal de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn. se recolectó en estado de madurez durante la mañana y se transportó en bolsas al laboratorio de Tecnología de Productos Naturales del CEDACMEF. Una porción fue sometida a herborización para su identificación botánica. La otra parte de las hojas se secó a temperatura ambiente, colocándola sobre papel bond en una capa delgada y volteándola diariamente hasta lograr un secado uniforme.

3.3.2. Obtención del extracto metanólico

El extracto se obtuvo mediante extracción acelerada con solventes (ASE). Para ello, 15 g de hojas secas trituradas se mezcló con 7,5 g de tierra de diatomeas hasta polvo fino y homogéneo. El polvo se acondicionó en una celda de extracción de acero inoxidable de 66 mL (con un filtro de celulosa de 27 mm) y se colocó en el Extractor Acelerado de Solventes Dionex™ ASE 150. La extracción se realizó con metanol bajo los siguientes parámetros: 80 °C, 5 minutos de tiempo estático, 60% de volumen de enjuague, 120 segundos de purga, y 5 ciclos estáticos. El extracto fue concentrado en un rotavapor hasta alcanzar una consistencia blanda.⁴⁴

3.3.3. Obtención de fracciones del extracto metanólico

Se pesó 2 g del extracto metanólico y fue mezclado con 6 gramos de tierra de diatomeas y se procedió a realizar el fraccionamiento sucesivo con hexano, acetato de etilo y metanol, mediante extracción acelerada con solventes en una celda de 10 mL. Las condiciones fueron las mismas para la obtención del extracto metanólico. Posteriormente cada fracción obtenida se concentró en un Rotavapor (R-3000), llevado a la estufa hasta obtener sequedad y fue conservado hasta su uso.

3.3.4. Contenido de compuestos fenólicos

3.3.4.1. Contenido de fenoles totales

La cuantificación de fenoles totales (TPC) en el extracto metanólico y sus respectivas fracciones se realizó usando el reactivo Folin-Ciocalteu (RFC).⁴⁵ Para ello, 100 mg de muestra fueron disueltos en 10 mL de etanol al 50%, a partir de la cual se hizo diluciones sucesivas en metanol hasta obtener una solución de 320 µg/mL. De la última solución, se midió 100 µL en un tubo de ensayo, donde se añadieron 500 µL de Folin-Ciocalteu 1/10 (v/v) y 400 µL de carbonato de sodio al 7,5%. La mezcla se dejó reposar durante 30 minutos en oscuridad a temperatura ambiente, y luego se midieron las absorbancias a 765 nm calibrando el espectrofotómetro con etanol al 50%. La concentración de fenoles totales se calculó a partir de la curva patrón de ácido gálico (Anexo 2) a diferentes concentraciones (10, 20, 40 y 60 µg/mL) y se expresó en miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g). El ensayo descrito se realizó por triplicado y se aplicó para cada fracción y el extracto metanólico, reconstituidos en metanol.

3.3.4.2. Contenido de flavonoides

La cuantificación de flavonoides (TFC) en el extracto y sus respectivas fracciones se realizó mediante el método de tricloruro de aluminio.⁴⁵ Para lo cual, 100 mg de muestra se disolvió en 10 mL de etanol al 50%, a partir del cual se preparó una solución de 800 µg/mL en etanol al 50%. Posteriormente, se tomaron 2 mL de esta última dilución, los cuales se transfirieron a una fiola de 5 mL y se añadieron 0,5 mL de cloruro de aluminio al 2% y se llevó a volumen con etanol al 50%. La mezcla se dejó reposar durante 30 minutos en oscuridad a temperatura ambiente. Las lecturas se realizaron en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 415 nm, utilizando una solución preparada de la misma manera, pero sin la muestra, como blanco. La concentración de flavonoides se calculó a partir de una curva patrón de rutina (Anexo 3) a diferentes concentraciones (8, 12, 16 20 y 40 µg/mL) y la cantidad de flavonoides en el extracto se expresó en miligramos de contenido de flavonoides equivalentes de rutina por gramo de extracto seco (mg RUE/g). El ensayo se realizó por triplicado y se aplicó para cada fracción y el extracto metanólico, reconstituidos en metanol.

3.3.5. Actividad antioxidante

3.3.5.1. Ensayo del radical DPPH

La evaluación de la actividad antioxidante, mediante el método del radical DPPH, del extracto metanólico y sus respectivas fracciones, se realizó según lo descrito por Sousa et al.⁴⁶ Para lo cual, se preparó soluciones de 25, 50, 100, 250 y 500 µg/mL de la muestra en metanol. Para la reacción, 300 µL de cada solución se mezclaron con 2,7 mL de DPPH (40 µg/mL) y después de 30 minutos se midió la absorbancia a 515 nm. La actividad antioxidante (%AA) se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$AA(\%) = \left[\frac{A_{\text{control}} - (A_{\text{muestra}} - A_{\text{blanco}})}{A_{\text{control}}} \right] \times 100$$

Donde A_{control} es la absorbancia del control (300 µL de metanol más 2,7 mL de DPPH), A_{muestra} es la absorbancia de la muestra (300 µL de solución de muestra más 2,7 mL de DPPH), A_{blanco} es la absorbancia del blanco (solución de muestra). Además, se determinó la concentración eficiente antioxidante (CE50) calculando la concentración de DPPH (µg/mL) en cada mezcla mediante una curva de calibración de DPPH. El porcentaje de DPPH remanente se calculó con la fórmula:

$$\%DPPH_{\text{REM}} = \frac{[DPPH]_C (\mu\text{g/mL})}{[DPPH]_{C=0}} \times 100$$

Donde $[DPPH]_C$ ($\mu\text{g/mL}$) es la concentración de DPPH después de la reacción con el extracto a concentraciones diferentes, $[DPPH]_{C=0}$ es la concentración inicial del DPPH.

La CE50 se obtuvo a partir de una curva exponencial ($y = y_0 + Ae^{R_0x}$), basada en los valores de DPPH remanente en función de la concentración del extracto (25, 50, 100, 250 y 500 $\mu\text{g/mL}$). Asimismo, se evaluó la actividad antioxidante del Trolox a las concentraciones de 25, 50, 75 y 100 $\mu\text{g/mL}$, siguiendo el mismo procedimiento que para el extracto. El valor de CE50 de Trolox, se calculó a partir de una ecuación lineal.

b. Ensayo del radical ABTS^{•+}

La actividad antioxidante, mediante el método ABTS, del extracto metanólico y sus respectivas fracciones, se realizó siguiendo el método descrito por Rivas et al.⁴⁷ Se prepararon soluciones de la muestra a concentraciones de 25, 50, 100, 250 y 500 $\mu\text{g/mL}$ en metanol. Por otro lado, se preparó la solución patrón (SP) de ABTS se obtuvo al disolver 19,2 mg de ABTS a 7 mM en 5 mL de agua destilada y 3,3 mg de persulfato de potasio a 2,45 mM en 5 mL de agua destilada. Ambas soluciones se mezclaron en un frasco ámbar y se dejaron reposar en oscuridad durante 12 horas. Posteriormente, la solución de trabajo (ST) se preparó diluyendo 1 mL de la SP en 60 mL de metanol, ajustando la absorbancia inicial a 734 nm a un valor de $1,1 \pm 0,02$. Para la reacción se mezclaron 20 μL de la solución de la muestra con 980 μL de la ST en un tubo de ensayo, que se dejó reposar durante 7 minutos y luego se midió la absorbancia a 734 nm, calibrando el espectrofotómetro con metanol. Se calculó la actividad antioxidante (%AA) a partir de la ecuación:

$$AA(\%) = \left[\frac{A_{\text{control}} - (A_{\text{muestra}} - A_{\text{blanco}})}{A_{\text{control}}} \right] \times 100$$

Donde A_{control} es la absorbancia del control (20 μL de metanol con 980 μL de la ST), A_{muestra} es la absorbancia de la mezcla de reacción (20 μL de la solución de la muestra con 980 μL de la ST) y A_{blanco} es la absorbancia del blanco (solución de muestra).

Además, se calculó la CE50 a partir de la ecuación de la recta obtenida de los valores del porcentaje actividad antioxidante en función de la concentración del extracto (25, 50, 100, 250 y 500 $\mu\text{g/mL}$). Se evaluó la actividad antioxidante del Trolox a las concentraciones de 25, 50, 100, 150 y 200 $\mu\text{g/mL}$, siguiendo el mismo

procedimiento que para el extracto. El valor de CE50 de Trolox, se calculó a partir de una ecuación lineal.

c. Ensayo del poder reductor del hierro (FRAP)

La evaluación de la actividad antioxidante, mediante el método FRAP, del extracto metanólico y sus respectivas fracciones se realizó siguiendo el método descrito por Rivas et al.⁴⁷ Para ello, se preparó soluciones de la muestra a concentraciones de 125, 50, 100, 250 y 500 µg/mL en metanol. La solución patrón (SP) se compuso de tres componentes: un buffer de acetato 0,3 mM (pH 3,6), una solución de 2,5,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) a 10 mM en HCl 40 mM, y cloruro férrico hexahidratado a 20 mM en agua destilada. La solución de trabajo (ST) se preparó mezclando los componentes en una proporción de 25:2,5:2,5, respectivamente, y luego se calentó en baño maría a 37°C durante 30 minutos. Para la reacción, se mezclaron 20 µL de la muestra con 980 µL de la ST en un tubo de ensayo, que se dejaron reposar por 30 minutos. La absorbancia se midió a 593 nm, calibrando el espectrofotómetro con metanol. La actividad antioxidante (%AA) se calculó a partir de la ecuación:

$$AA(\%) = \left[\frac{A_{\text{control}} - (A_{\text{muestra}} - A_{\text{blanco}})}{A_{\text{control}}} \right] \times 100$$

Donde A_{control} es la absorbancia del control (20 µL de metanol con 980 µL de ST), A_{muestra} es la absorbancia de la muestra (20 µL de la solución de la muestra con 980 µL de la ST) y A_{blanco} es la absorbancia del blanco (solución de la muestra). Además, se calculó la CE50 a partir de la curva exponencial ($y = y_0 + Ae^{R_0x}$), obtenida de los valores del porcentaje de actividad antioxidante en función de la concentración del extracto (25, 50, 100, 250 y 500 µg/mL). Asimismo, se evaluó la actividad antioxidante del Trolox a las concentraciones de 25, 50, 100 y 150 µg/mL, siguiendo el mismo procedimiento que para el extracto. El valor de CE50 de Trolox, se calculó a partir de una ecuación lineal.

3.4. Alcance de Investigación

El alcance de investigación es descriptivo.⁴⁸

3.5. Diseño de investigación

El diseño es no experimental, de tipo transversal descriptivo.⁴⁸

3.6. Hipótesis

Hipótesis general

Las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn. poseen un contenido de compuestos fenólicos moderado que le confieren actividad antioxidante *in vitro*.

Hipótesis específicas

- Las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn. poseen un contenido de fenoles totales superior al 100 mg GAE/g y un contenido de flavonoides mayor a 50 mg RUE/g.
- Las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn. poseen una actividad antioxidante *in vitro* mayor al 50% por los métodos de DPPH, ABTS^{•+} y FRAP.

3.7. Análisis de datos

Los valores de contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante se presentan como promedios más el error estándar de la media. Los resultados se presentaron en tablas y/o figuras.⁴⁸ Para la comparación de medias, se realizó previamente la prueba de homogeneidad de varianza de Levene, seguida de un análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un 95% de nivel de confianza.⁴⁹ Para el análisis de datos se utilizó el programa SPSS.⁴⁹

IV. RESULTADOS

Tabla 2. Contenido de fenoles totales y flavonoides en las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

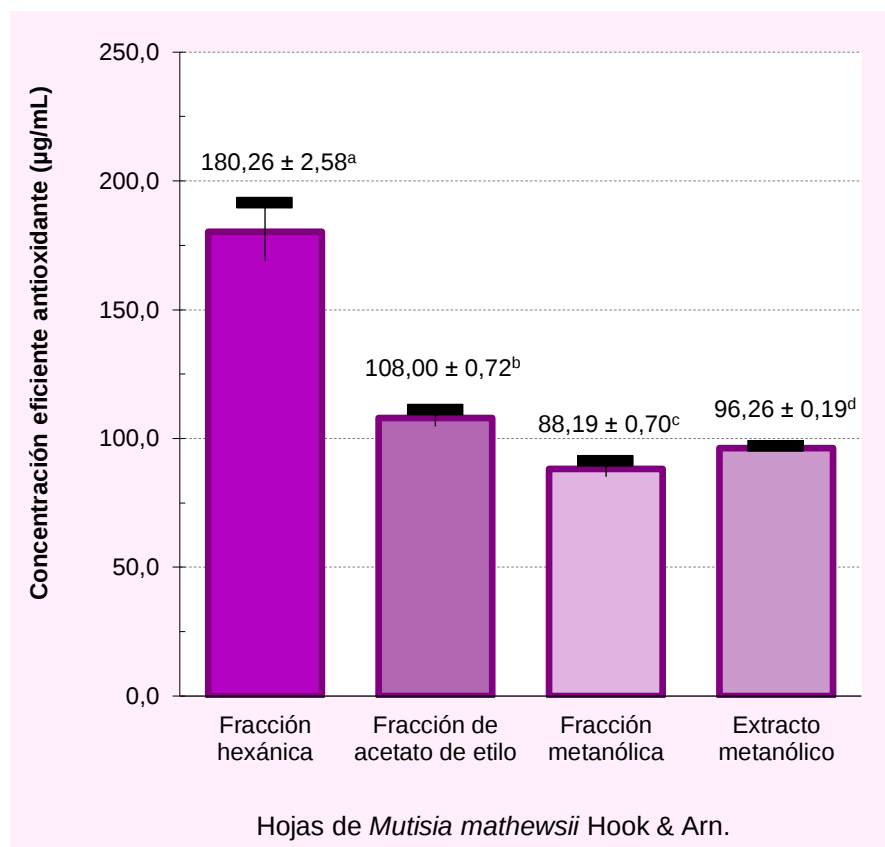
Muestra	Contenido de fenoles totales (mg GAE/g)	Contenido de flavonoides (mg RUE/g)
Fracción hexánica	55,93 ± 0,45 ^a	9,50 ± 0,20 ^a
Fracción de acetato de etilo	166,60 ± 0,51 ^b	27,36 ± 0,04 ^b
Fracción metanólica	280,27 ± 0,35 ^c	105,87 ± 0,29 ^c
Extracto metanólico	238,00 ± 0,55 ^d	84,66 ± 0,14 ^d

Nota. mg GAE/g: miligramos de fenoles totales expresados como ácido gálico por gramo de muestra. mg RUE/g: miligramos de flavonoides expresado como rutina por gramo de extracto. Prueba de Levene ($p > 0,05$). Análisis de varianza ($p < 0,05$). Comparaciones múltiples de Tukey, comparación por concentración, las letras a, b, c y d representan subconjuntos homogéneos.

Tabla 3. Actividad antioxidante *in vitro* por el método DPPH de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Muestra	Actividad antioxidante (%)				
	25,0 µg/mL	50,0 µg/mL	100,0 µg/mL	250,0 µg/mL	500,0 µg/mL
F. Hex.	1,58 ± 0,03 ^a	2,87 ± 0,08 ^a	5,43 ± 0,11 ^a	12,13 ± 0,20 ^a	22,91 ± 0,03 ^a
F. Ac ₂ O	3,82 ± 0,22 ^b	7,27 ± 0,37 ^b	13,33 ± 0,17 ^b	40,98 ± 0,55 ^b	59,75 ± 0,30 ^b
F. MeOH	14,53 ± 0,66 ^c	21,20 ± 0,40 ^c	32,86 ± 0,74 ^c	67,58 ± 1,20 ^c	92,42 ± 0,16 ^c
E. MeOH	10,99 ± 0,33 ^d	16,43 ± 0,14 ^d	27,14 ± 0,14 ^d	54,91 ± 0,30 ^d	88,78 ± 0,56 ^d

Nota. F. Hex: fracción hexánica; F. Ac₂O: fracción de acetato de etilo; F. MeOH: fracción metanólica; E. MeOH: extracto metanólico. Actividad antioxidante de Trolox: 25 µg/mL = 20,35 ± 0,47%; 50 µg/mL = 43,54 ± 0,79%; 75 µg/mL = 70,90 ± 0,38%; 100 µg/mL = 91,91 ± 0,11%. Prueba de Levene (p > 0,05). Análisis de varianza (p < 0,05). Comparaciones múltiples de Tukey, comparación por concentración, las letras a, b, c y d representan subconjuntos homogéneos.



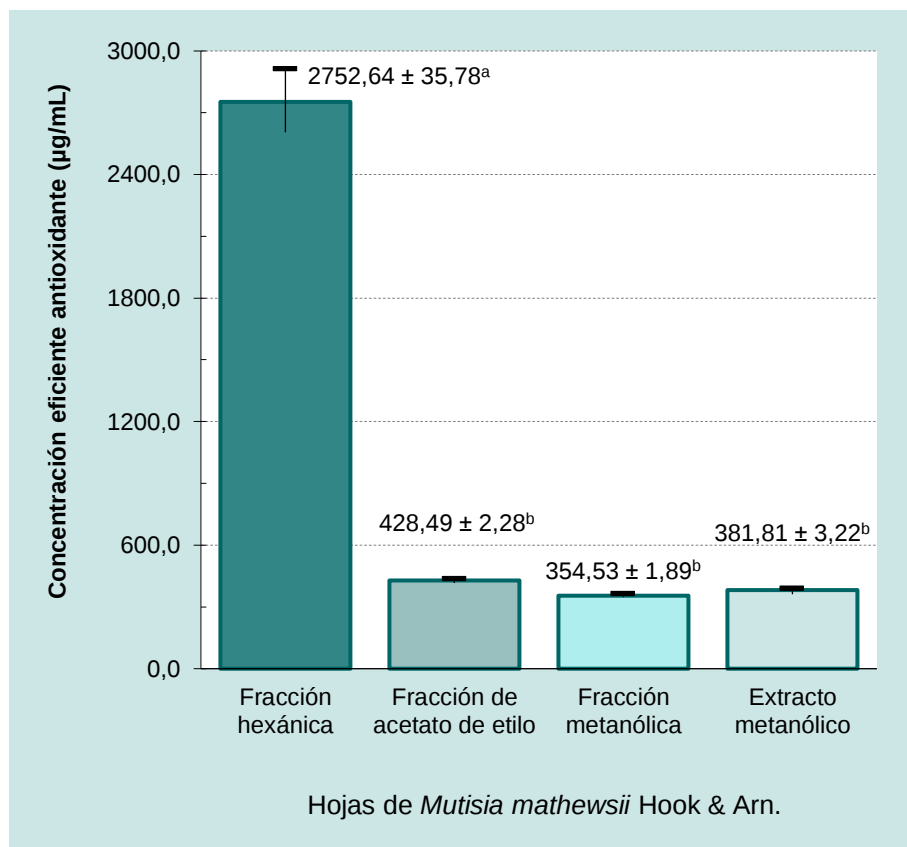
Nota. Prueba de Levene ($p > 0,05$). Análisis de varianza ($p < 0,05$). Comparaciones múltiples de Tukey, comparación por concentración, las letras a, b, c y d representan subconjuntos homogéneos. Concentración eficiente antioxidante de Trolox: $52,37 \pm 0,58^*$ µg/mL.

Figura 5. Concentración eficiente antioxidante *in vitro* por el método DPPH de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Tabla 4. Actividad antioxidante *in vitro* por el método ABTS^{•+} de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Muestra	Actividad antioxidante (%)				
	25,0 µg/mL	50,0 µg/mL	100,0 µg/mL	250,0 µg/mL	500,0 µg/mL
F. Hex.	1,51 ± 0,13 ^a	3,55 ± 0,10 ^a	3,65 ± 0,21 ^a	6,81 ± 0,36 ^a	10,41 ± 0,18 ^a
F. Ac ₂ O	3,55 ± 0,26 ^b	7,69 ± 0,08 ^b	15,82 ± 0,83 ^b	35,38 ± 0,83 ^b	55,72 ± 0,22 ^b
F. MeOH	5,84 ± 0,27 ^c	8,82 ± 0,26 ^c	18,30 ± 0,71 ^c	42,87 ± 0,99 ^c	65,40 ± 0,76 ^c
E. MeOH	2,58 ± 0,08 ^d	6,42 ± 1,22 ^d	15,72 ± 0,83 ^d	37,27 ± 0,56 ^d	64,33 ± 0,4 ^d

Nota. F. Hex: fracción hexánica; F. Ac₂O: fracción de acetato de etilo; F. MeOH: fracción metanólica; E. MeOH: extracto metanólico. Actividad antioxidante de Trolox: 25 µg/mL = 9,49 ± 0,08%; 50 µg/mL = 16,50 ± 0,25%; 100 µg/mL = 33,63 ± 0,27%; 150 µg/mL = 47,59 ± 0,01%; 200 µg/mL = 67,79 ± 0,65%. Prueba de Levene ($p > 0,05$). Análisis de varianza ($p < 0,05$). Comparaciones múltiples de Tukey, comparación por concentración, las letras a, b, c y d representan subconjuntos homogéneos.



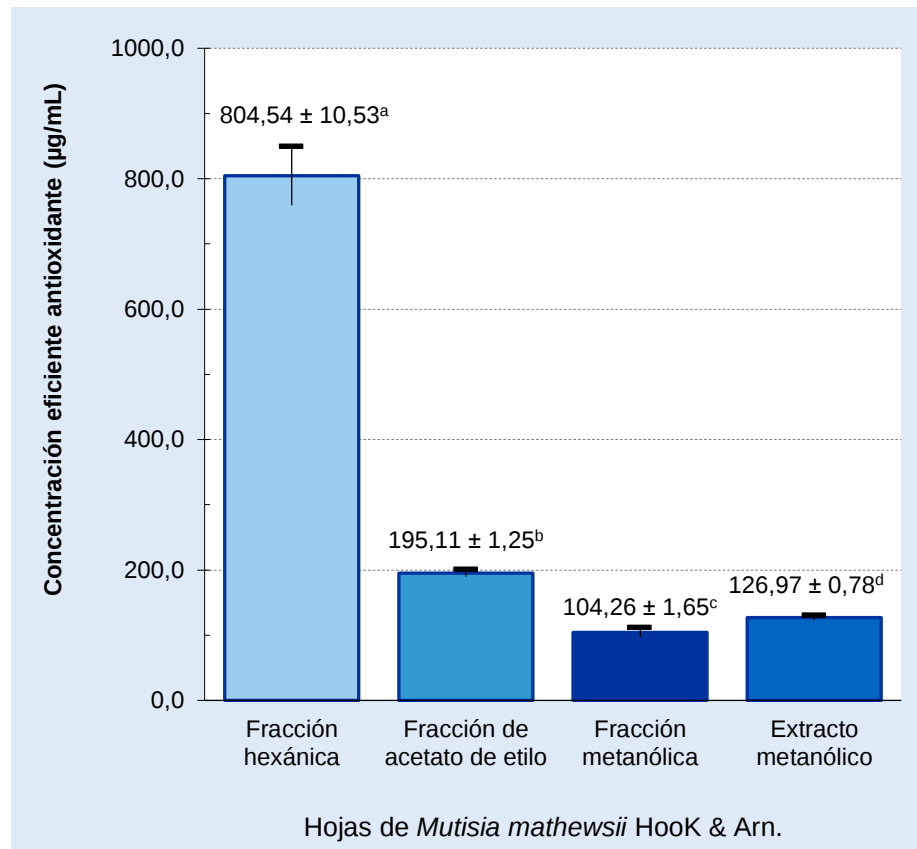
Nota. Prueba de Levene ($p > 0,05$). Análisis de varianza ($p < 0,05$). Comparaciones múltiples de Tukey, comparación por concentración, las letras a, y b representan subconjuntos homogéneos. Concentración eficiente antioxidante de Trolox: $150,60 \pm 0,84^* \mu\text{g/mL}$.

Figura 6. Concentración eficiente antioxidante *in vitro* por el método ABTS** de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Tabla 5. Actividad antioxidante *in vitro* por el método FRAP de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Muestra	Actividad antioxidante (%)				
	25,0 µg/mL	50,0 µg/mL	100,0 µg/mL	250,0 µg/mL	500,0 µg/mL
F. Hex.	1,24 ± 0,01 ^a	4,82 ± 0,02 ^a	8,46 ± 0,01 ^a	13,13 ± 0,01 ^a	15,27 ± 0,03 ^a
F. Ac ₂ O	10,88 ± 0,42 ^b	17,48 ± 1,03 ^b	33,59 ± 0,36 ^b	55,81 ± 0,22 ^b	71,31 ± 0,14 ^b
F. MeOH	14,64 ± 0,30 ^c	26,89 ± 0,25 ^c	43,21 ± 0,92 ^c	65,66 ± 0,16 ^c	78,87 ± 0,05 ^c
E. MeOH	6,77 ± 0,36 ^d	19,63 ± 0,20 ^d	36,55 ± 0,67 ^d	61,23 ± 0,24 ^d	76,93 ± 0,04 ^d

Nota. F. Hex: fracción hexánica; F. Ac₂O: fracción de acetato de etilo; F. MeOH: fracción metanólica; E. MeOH: extracto metanólico. Actividad antioxidante de Trolox: 25 µg/mL = 26,44 ± 0,50%; 50 µg/mL = 42,35 ± 0,41%; 100 µg/mL = 60,21 ± 0,10%; 150 µg/mL = 70,03 ± 0,14%. Prueba de Levene ($p > 0,05$). Análisis de varianza ($p < 0,05$). Comparaciones múltiples de Tukey, comparación por concentración, las letras a, b, c y d representan subconjuntos homogéneos.



Nota. Concentración eficiente antioxidante de Trolox: 66,45 ± 0,007* µg/mL. Prueba de Levene ($p > 0,05$). Análisis de varianza ($p < 0,05$). Comparaciones múltiples de Tukey, comparación por concentración, las letras a, b, c y d representan subconjuntos homogéneos.

Figura 7. Concentración eficiente antioxidante *in vitro* por el método FRAP de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

V. DISCUSIÓN

Del análisis de los resultados sobre el contenido de fenoles totales (TPC), expresados como ácido gálico (mg GAE/g), se observa que, la fracción con mayor contenido de fenoles totales es la fracción metanólica con $280,27 \pm 0,35$ mg GAE/g, seguida por el extracto etanólico con $238,00 \pm 0,55$ mg GAE/g. Asimismo, la fracción de acetato de etilo presenta un valor intermedio de $166,60 \pm 0,51$ mg GAE/g, mientras que la fracción hexánica tiene el contenido más bajo con $55,93 \pm 0,45$ mg GAE/g (Tabla 2). La diferencia entre las fracciones es significativa (prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza).

Respecto al contenido de flavonoides (TFC), expresados como rutina (mg RUE/g), la fracción metanólica también destaca con $105,87 \pm 0,29$ mg RUE/g, seguida por el extracto etanólico con $84,66 \pm 0,14$ mg RUE/g. La fracción de acetato de etilo tiene un contenido más bajo, $27,36 \pm 0,04$ mg RUE/g, y la fracción hexánica nuevamente muestra el valor más bajo con $9,50 \pm 0,20$ mg RUE/g. Al igual que en el caso de los fenoles totales, las diferencias son significativas entre las fracciones, (prueba de Tukey al 95% de nivel de confianza)

Según los resultados del contenido de compuestos fenólicos, se puede inferir que las fracciones metanólica y el extracto metanólico son las más ricas tanto en fenoles totales como en flavonoides, lo que sugiere que los solventes polares son más eficaces para extraer estos compuestos en las hojas de *Mutisia mathewsii*. La fracción hexánica, al ser menos polar, muestra los niveles más bajos de compuestos fenólicos y flavonoides, lo cual es consistente con la naturaleza de los solventes y la solubilidad de estos metabolitos. Las diferencias significativas en las concentraciones indican que la polaridad del solvente tiene un impacto crucial en la eficiencia de extracción de los compuestos bioactivos. Estos datos podrían orientar futuras investigaciones en el uso de estos extractos para evaluar su actividad biológica.

Los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* mediante el método de DPPH de las hojas de *Mutisia mathewsii* (Tabla 3), en general, muestra que la actividad antioxidante aumenta conforme aumenta la concentración en todas las fracciones. Esto es consistente con un comportamiento dependiente de la dosis, en el que, a mayor concentración del extracto o fracción, mayor es su capacidad antioxidante.

Un análisis más detallado, muestra que la fracción metanólica presenta la mayor actividad antioxidante en todas las concentraciones, alcanzando el 92,42% de actividad antioxidante a 500 µg/mL. A concentraciones más bajas, como 25 µg/mL, presenta una actividad del 14,53% que va aumentando consistentemente con la concentración. Este comportamiento está en concordancia con el alto contenido de fenoles totales y flavonoides en esta fracción, lo cual sugiere que los compuestos responsables de la actividad antioxidante se extraen mejor en metanol.

Asimismo, el extracto metanólico también muestra una actividad antioxidante destacada, con un 88,78% a 500 µg/mL y valores progresivamente más bajos en concentraciones menores. Esto también respalda la eficacia de solventes polares en la extracción de compuestos antioxidantes.

Por otro lado, la fracción de acetato de etilo muestra una actividad antioxidante intermedia, alcanzando un 59,75% a 500 µg/mL. Este valor es significativamente más bajo ($p < 0,05$) que los obtenidos con la fracción metanólica y el extracto metanólico, pero superior a la fracción hexánica, que presentó la menor actividad antioxidante en todas las concentraciones evaluadas, lo cual coincide con el bajo contenido de fenoles totales y flavonoides en esta fracción.

Al comparar los resultados con los valores de actividad antioxidante de Trolox (un estándar antioxidante de referencia), se observa que tanto la fracción metanólica como el extracto metanólico tienen actividades antioxidantes muy cercanas a Trolox en concentraciones de 250 y 500 µg/mL, lo que resalta su potencial antioxidante significativo. Esto posiciona a *Mutisia mathewsii* como una fuente prometedora de antioxidantes naturales, especialmente cuando se extraen con solventes polares.

La actividad antioxidante mediante el método de DPPH también se expresó como concentración eficiente antioxidante (CE50) (Figura 5). Al respecto, la fracción metanólica presenta un valor de CE50 de $88,19 \pm 0,70$ µg/mL, siendo una de las más eficaces. Esto es consistente con los altos valores de actividad antioxidante

observados en las concentraciones evaluadas previamente. Asimismo, el extracto metanólico tiene un CE50 de $96,26 \pm 0,19 \mu\text{g/mL}$, lo que lo ubica muy cerca de la fracción metanólica en cuanto a su capacidad antioxidante. Comparando al Trolox (estándar antioxidante), que presenta un CE50 de $52,37 \pm 0,58 \mu\text{g/mL}$, la fracción metanólica y el extracto metanólico tienen valores de CE50 que se aproximan a este estándar, lo que indica un fuerte potencial antioxidante de estas fracciones.

La concentración eficiente antioxidante complementa y confirma los resultados previos de actividad antioxidante, destacando que las fracciones extraídas con solventes polares, como el metanol, son las más eficaces para inhibir la actividad del radical DPPH. Los valores de CE50 para estas fracciones se acercan al estándar de Trolox, lo que subraya su potencial antioxidante considerable.

La evaluación de la actividad antioxidante mediante el método ABTS^{•+} (Tabla 4), demuestra que la fracción hexánica muestra la menor actividad antioxidante en todas las concentraciones. A $500 \mu\text{g/mL}$, alcanza solo un $10,41 \pm 0,18\%$, significativamente inferior en comparación con las demás fracciones. Esto indica que la fracción hexánica tiene poca capacidad para neutralizar los radicales ABTS, lo cual es consistente con los bajos niveles de compuestos fenólicos y flavonoides observados en esta fracción. La fracción de acetato de etilo tiene una actividad antioxidante intermedia, con $55,72 \pm 0,22\%$ a $500 \mu\text{g/mL}$, lo que la coloca en una posición intermedia en términos de eficacia. La fracción metanólica presenta una mayor actividad antioxidante, alcanzando $65,40 \pm 0,76\%$ a $500 \mu\text{g/mL}$, lo que refleja su alto contenido de compuestos fenólicos y flavonoides. Asimismo, el extracto metanólico también exhibe una alta actividad antioxidante, con un $64,33 \pm 0,40\%$ a $500 \mu\text{g/mL}$, muy similar a la fracción metanólica.

La concentración eficiente antioxidante (CE50) (Figura 6), por el método ABTS^{•+}, refleja la cantidad de muestra requerida para inhibir el 50% del radical ABTS. Un valor más bajo indica una mayor capacidad antioxidante. Entre lo más resaltante, la fracción metanólica tiene un CE50 de $354,53 \pm 1,89 \mu\text{g/mL}$, lo que indica que es una de las fracciones más eficaces para neutralizar los radicales ABTS, mientras que el extracto metanólico presenta un valor de CE50 de $381,81 \pm 3,22 \mu\text{g/mL}$, muy cercano al de la fracción metanólica ($p > 0,05$), lo que indica una eficacia antioxidante alta. Por otro lado, el Trolox tiene un CE50 de $150,60 \pm 0,84 \mu\text{g/mL}$, lo que lo convierte en el compuesto de referencia con la mayor capacidad antioxidante ($p < 0,05$). Sin embargo, las fracciones metanólica y metanólica se aproximan más a este estándar, lo que subraya su fuerte actividad antioxidante.

Los resultados muestran que la fracción metanólica y el extracto metanólico son las más eficaces en cuanto a actividad antioxidante, lo cual se evidencia tanto en los valores de porcentaje de actividad antioxidante como en los valores de CE50, por lo que destacan por su alta actividad antioxidante, lo que las posiciona como las más prometedoras para aplicaciones antioxidantes.

De la evaluación de la actividad antioxidante por el método FRAP (Tabla 5), se evidencia que la fracción hexánica muestra la menor actividad antioxidante en todas las concentraciones evaluadas. A 500 $\mu\text{g/mL}$, tiene un $15,27 \pm 0,03\%$, que es el valor más bajo en comparación con las otras fracciones. Esto indica que la fracción hexánica tiene una capacidad limitada para reducir los radicales FRAP, lo cual es consistente con su bajo contenido de compuestos fenólicos y flavonoides. La fracción de acetato de etilo presenta una actividad antioxidante intermedia. A 500 $\mu\text{g/mL}$, su porcentaje de inhibición es de $71,31 \pm 0,14\%$, lo que sugiere una mayor eficacia que la fracción hexánica. Mientras que la fracción metanólica exhibe la mayor actividad antioxidante, alcanzando $78,87 \pm 0,05\%$ a 500 $\mu\text{g/mL}$, lo que indica una alta capacidad reductora de los radicales FRAP, lo cual se puede comparar con el extracto metanólico que también muestra una actividad antioxidante alta, con un $76,93 \pm 0,04\%$ a 500 $\mu\text{g/mL}$, cercano al valor de la fracción metanólica.

De igual manera, la actividad antioxidante mediante el método FRAP, también fue expresado como concentración eficiente antioxidante (CE50) (Figura 7). La concentración eficiente antioxidante (CE50) refleja la cantidad de muestra necesaria para reducir el 50% de los radicales FRAP. Un valor más bajo de CE50 indica una mayor capacidad antioxidante. Los hallazgos, evidencian que la fracción hexánica tiene el valor de CE50 más alto ($804,54 \pm 10,53 \mu\text{g/mL}$), lo que confirma que es la menos eficiente en términos de capacidad antioxidante. La fracción de acetato de etilo muestra un valor intermedio de CE50 ($195,11 \pm 1,25 \mu\text{g/mL}$), lo que indica una capacidad antioxidante moderada; mientras que la fracción metanólica tiene el CE50 más bajo ($104,26 \pm 1,65 \mu\text{g/mL}$), lo que indica que es la más eficaz en reducir los radicales FRAP, seguido de cerca por el extracto metanólico que presentó un CE50 de $126,97 \pm 0,78 \mu\text{g/mL}$, lo que lo coloca muy cerca en eficacia de la fracción metanólica.

El análisis de Tukey confirma que hay diferencias significativas entre las fracciones en todas las concentraciones ($p < 0,05$). Las letras asignadas (a, b, c, d) indican que la fracción hexánica forma un subconjunto separado con la

actividad antioxidante más baja, mientras que las fracciones metanólica y el extracto metanólico muestran las mayores capacidades antioxidantes, conformando otro subconjunto en la parte superior. Las fracciones de acetato de etilo y metanólica son estadísticamente diferentes entre sí, pero cercanas en cuanto a su actividad antioxidante.

Comparando los resultados con el estándar Trolox, la fracción metanólica y el extracto etanólico de hojas de *Mutisia mathewsii* destacan por su alta capacidad antioxidante, especialmente a concentraciones más altas. Aunque el Trolox sigue siendo más eficiente en términos de CE50 ($p < 0,05$), estas fracciones polares muestran un rendimiento antioxidante que las posiciona como candidatas prometedoras para futuras aplicaciones antioxidantes.

A manera de conclusión, el método FRAP muestra que las fracciones polares (fracción metanólica y extracto metanólico) son las más efectivas en términos de actividad antioxidante, con la fracción metanólica obteniendo el mejor rendimiento. En estudios anteriores, como el de Aronés et al.⁴ y Condoli,¹⁵ se reportó el contenido de fenoles totales en las hojas de *Mutisia mathewsii* utilizando un extracto hidroalcohólico. Aronés et al.⁴ obtuvieron un valor de 258,4 mg GAE/g, mientras que Condoli¹⁵ reportó 263,3 mg GAE/g en el extracto atomizado. Nuestros resultados muestran valores similares para el extracto etanólico (238,00 mg GAE/g) y ligeramente superiores para la fracción metanólica (280,27 mg GAE/g), lo que confirma la consistencia en el alto contenido de compuestos fenólicos en esta especie. En cuanto al contenido de flavonoides, Aronés et al.⁴ reportaron 175,6 mg RUE/g, y Condoli,¹⁵ 171,3 mg RUE/g, comparables con nuestros resultados para la fracción metanólica (105,87 mg RUE/g) y el extracto etanólico (84,66 mg RUE/g).

En cuanto a la actividad antioxidante, Condoli¹⁵ informó una inhibición del 26,19% a 100 µg/mL en el ensayo DPPH, con un IC50 de 228,8 µg/mL. Nuestros resultados en la fracción metanólica muestran una inhibición mucho mayor, con un 92,42% a 500 µg/mL y un CE50 significativamente más bajo (104,26 µg/mL), lo que indica una mayor capacidad antioxidante en nuestras fracciones. Asimismo, en el ensayo ABTS^{•+}, Condoli¹⁵ reportó un IC50 de 246,3 µg/mL, mientras que nuestro extracto metanólico mostró un valor menor (354,53 µg/mL), lo que sugiere que nuestras fracciones presentan una mejor eficiencia en la neutralización de radicales ABTS^{•+}.

En estudios de *Mutisia acuminata*, Catalano et al.⁶ y Juárez et al.⁸ aislaron quercetina y sus derivados de las hojas y flores, lo que concuerda con la presencia de flavonoides en nuestras muestras, aunque nuestros análisis no se centraron en la identificación específica de quercetina. Además, Chirinos et al.¹³ reportaron un contenido de fenoles totales de 59,4 mg GAE/g para *Mutisia acuminata*, un valor considerablemente más bajo que el que encontramos en nuestras fracciones de *Mutisia mathewsii*, lo que indica una mayor riqueza de compuestos fenólicos en nuestra especie de estudio.

En términos de actividad antioxidante, Viturro et al.¹⁰ informaron que el extracto metanólico de *Mutisia friesiana* mostró una actividad eliminadora de radicales libres DPPH, con la quercetina como uno de los principales compuestos responsables. Nuestros resultados también destacan la fracción metanólica como la más activa en los ensayos de DPPH, ABTS^{•+} y FRAP, sugiriendo que los flavonoides presentes en *Mutisia mathewsii* podrían desempeñar un papel clave en su capacidad antioxidante, similar a lo observado en otras especies del género. Comparando con los estudios previos, *Mutisia mathewsii* se destaca por su alto contenido de compuestos fenólicos y una actividad antioxidante robusta, especialmente en la fracción metanólica y el extracto metanólico, que presentan mejores resultados en inhibición de radicales libres que otras especies del mismo género. Esto sugiere que *Mutisia mathewsii* podría ser una fuente valiosa de antioxidantes naturales con aplicaciones potenciales en la industria farmacéutica y cosmética.

VI. CONCLUSIONES

1. Las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn. contienen una alta concentración de compuestos fenólicos; así como, demostró un fuerte potencial antioxidante en los ensayos DPPH, ABTS y FRAP, con la fracción metanólica destacando como la más eficaz
2. El contenido de fenoles totales varió significativamente ($p < 0,05$) entre las fracciones evaluadas y el extracto metanólico. La fracción metanólica presentó el mayor contenido de fenoles totales y flavonoides ($280,27 \pm 0,35$ mg GAE/g y $105,87 \pm 0,29$ mg RUE/g, respectivamente), seguida del extracto metanólico ($238,00 \pm 0,55$ mg GAE/g y $84,66 \pm 0,14$ mg GAE/g).
3. El potencial antioxidante de las fracciones evaluado mediante los ensayos DPPH, ABTS y FRAP, reveló variaciones significativas entre las fracciones y el extracto metanólico. En los tres ensayos, la fracción metanólica mostró la mayor actividad antioxidante, con altos porcentajes de inhibición y bajos valores de CE50. En el ensayo DPPH, la fracción metanólica alcanzó una actividad antioxidante del 92,42% a 500 $\mu\text{g/mL}$, en ABTS fue de 65,40%, y en FRAP de 78,87%. El extracto metanólico también mostró una actividad antioxidante destacada, siendo comparable a la fracción metanólica.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios adicionales de caracterización química, utilizando técnicas avanzadas como cromatografía y espectrometría de masas, para identificar de manera precisa los flavonoides y otros compuestos fenólicos responsables de la alta actividad antioxidante observada, especialmente en la fracción metanólica.
2. Dado el alto potencial antioxidante de la fracción metanólica y el extracto metanólico, se sugiere explorar su inclusión en formulaciones de productos antioxidantes, como cremas o suplementos, evaluando su estabilidad y eficacia en modelos más específicos como líneas celulares o estudios in vivo.
3. Además de la actividad antioxidante, sería valioso investigar otros efectos biológicos, como las propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas o antitumorales de las fracciones más activas, lo que podría ampliar las posibles aplicaciones de esta planta en diferentes campos de la salud.
4. Considerando el potencial de esta especie como fuente de antioxidantes naturales, se recomienda realizar estudios sobre su cultivo controlado y sostenido, evaluando las mejores condiciones agronómicas para maximizar el contenido de compuestos bioactivos, así como promover su conservación en su hábitat natural.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación. *Programa Nacional Transversal de Valoración de la Biodiversidad 2015-2021*. 2 ed. Lima: CONCYTEC, 2016.
2. Tommasino E. *Utilización del estrés oxidativo y la defensa antioxidante para la caracterización e identificación temprana de genotipos de Cenchrus ciliaris L. Tolerantes al estrés abiótico*. Córdoba, <https://acortar.link/L4OXut>.
3. Atta EM, Mohamed NH and Abdelgawad AAM. Antioxidant: An Overview on the Natural and Synthetics Types. *European Chemical Bulletin* 2017; 6: 365.
4. Aronés M, Cárdenas E, Luna H, et al. Tamizaje fitoquímico, contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante de trece plantas medicinales de los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras de Huaraca en Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú* 2022; 88: 165–179, <https://n9.cl/fw6wb> (2022).
5. Hernández M and Prieto E. Plantas que contienen polifenoles. Antioxidantes dentro del estilo de vida. *Rev Cubana Invest Biomed* 1999; 18: 12–16, <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v18n1/ibi04199.pdf> (1999).
6. Catalano S, Cioni PL, Flamini G, et al. Chemical Investigation of the Aerial Parts of *Mutisia Acuminata*. *International Journal of Pharmacognosy* 1995; 33: 73–74.
7. Viturro C, La Fuente J de and Maier M. Antifungal Methylphenone Derivatives and 5-Methylcoumarins from *Mutisia*. *Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences* 2003; 58: 533–540.
8. Juárez BE and Mendiando ME. Flavonoids from *Mutisia acuminata*. *Pharmaceutical Biology* 2003; 41: 291–292.
9. Viturro CJ and La Fuente J de. Chemical Study of the Essential Oil of *Mutisia Friesiana*. *Molecules* 2000; 5: 568–570.
10. Viturro C, Molina A and Schmeda-Hirschmann G. Free Radical Scavengers from *Mutisia friesiana* (Asteraceae) and *Sanicula graveolens* (Apiaceae). *Phytotherapy Research* 1999; 13: 422–424.
11. Catalano S, Cioni PL, Panizzi L, et al. Antimicrobial activity of extracts of *Mutisia acuminata* var. *acuminata*. *Journal of Ethnopharmacology* 1998; 59: 207–209.
12. Alvarado B and Fuertes C. *Actividad antioxidante y citotóxica de 35 plantas medicinales de la Cordillera Negra*. Lima, <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/5653>.

13. Chirinos R, Pedreschi R, Rogez H, et al. Phenolic compound contents and antioxidant activity in plants with nutritional and/or medicinal properties from the Peruvian Andean region. *Industrial Crops and Products* 2013; 47: 145–152.
14. Lock O, Castillo P, Doroteo V, et al. Antioxidant Activity in vitro of Selected Peruvian Medicinal Plants. *Acta Horticulturae* 2005; 675: 103–106, https://www.ishs.org/ishs-article/675_13 (2005).
15. Condoli R. *Contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante del extracto atomizado de las hojas de Mutisia mathewsii Hook & Arn. "chinchilcuma", Ayacucho - 2018*. Huamanga.
16. Omonte A. *Actividad antioxidante de la crema elaborada a base de compuestos fenólicos aislados de las flores de Mutisia acuminata R&P "chinchilcoma". Ayacucho, 2013*. Huamanga, <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4201>.
17. Bellido G. *Actividad antioxidante de las fracciones aisladas de las hojas y flores de Mutisia acuminata R&P "chinchilcoma". Ayacucho - 2012*. Ayacucho, <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4901>.
18. Yarlequé M and Bonilla P. *Aislamiento y caracterización bioquímica de compuestos fenólicos con actividad anticoagulante del extracto alcohólico de las hojas de Oenothera rosea Aiton "chupasangre". Lima*, <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4990>.
19. Hurtado J and Albán J. Conocimiento tradicional de la flora silvestre en las comunidades campesinas del Santuario Histórico de la Pampa de Ayacucho (Quinua, Ayacucho, Perú). *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 2018; 17: 286–301, <https://blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/61> (2018).
20. Gamarra P. *Estudio etnobotánico del distrito de Marca, Recuay-Anchash*. Lima, <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/972>.
21. Castañeda R and Millán B. *Estudio Etnobotánico de las plantas silvestres del distrito andino de Lircay, Angaraes, Huancavelica, Perú*. Lima, <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11365>.
22. Pierre I and Rojas P. Ecología en Bolivia. *Instituto de Ecología* 2011; 22, <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/1579> (2011).
23. De La Cruz Horacio. *Uso tradicional (medicinal y biocida) de las especies vegetales silvestres de la cuenca del río Chillón, Canta-Lima*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2007.

24. Loja B. *Contribución al Estudio Florístico de la Provincia de Concepción, (Junín): Dicotiledóneas*. Lima, <https://hdl.handle.net/20.500.12672/1579>.
25. Cano A and León B. *Análisis de la composición de la flora vascular del departamento de Áncash (Perú)*. Lima, <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17063>.
26. Beltrán H. Las Asteráceas (Compositae) del distrito de Laraos (Yauyos, Lima, Perú). *Revista Peruana de Biología* 2016; 23: 195–220.
27. Mamta P, Misra K, Dhillon GS, et al. Antioxidants. In: *Biotransformation of Waste Biomass into High Value Biochemicals*. New York, NY: Springer New York, 2014, pp. 117–138.
28. Avello M and Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)* 2006: 161–172.
29. Halliwell B, Murcia MA, Chirico S, et al. Free radicals and antioxidants in food and *in vivo*: What they do and how they work. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1995; 35: 7–20.
30. Galina M, Rubio M and Guerreiro M. Estrés oxidativo y antioxidantes Oxidative stress and antioxidants. *Avances en Investigación Agropecuaria* 2018; 22: 47–61, <http://www.ucol.mx/revaia/pdf/2018/enero/4.pdf> (2018).
31. Rodríguez B, Alonso M and Boyero E. Estrés oxidativo y sistema de defensa antioxidante. *Revista de Ciencias Médica La Habana* 2003; 9: 42–50, <https://revcmhabana.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/124/html> (2003).
32. Gordo M. Los Compuestos Fenólicos, Un Acercamiento A Su Biosíntesis, Síntesis Y Actividad Biológica. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 2018; 9: 81–104.
33. Peñarrieta J, Tejeda L, Mollinedo P, et al. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química* 2014; 31: 68–81, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426339682006> (2014).
34. Cereceres-Aragón A, Rodrigo-García J, Álvarez-Parrilla E, et al. Ingestión de compuestos fenólicos en población adulta mayor. *Nutrición Hospitalaria* 2019; 36: 470–478, https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112019000200470&lng=es&nrm=iso&tlng=es (2019).
35. Vargas Páucar HE. *Contenido de flavonoides y fenoles totales en hojas de tres especies del género Senecio y determinación de su actividad antioxidante in vitro*. Ayacucho, 2017. Tesis para titulación, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú, 2018.

36. Álvarez Castro E and Orallo Cambeiro F. Actividad biológica de los flavonoides (II). Acción cardiovascular y sanguínea. *OFFARM* 2003; 22: 102–110.
37. Quiñones M, Miguel M and Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria* 2012; 27: 76–89, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309226784009> (2012).
38. Pérez G. Los Flavonoides: Antioxidantes y Prooxidantes. *Revista Cubana de Investigación Médica* 2003; 22: 48–57, <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v22n1/ibi07103.pdf> (2003).
39. Herrera O. *Efecto antioxidante y antitumoral in vitro del extracto etanólico de la raíz de Waltheria ovata cav. "lucraco" en línea celular de cáncer de próstata DU-145*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3757>.
40. Kuskoski EM, Asuero A, Troncoso AM, et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology* 2005; 25: 726–732, <http://www.scielo.br/j/cta/a/B58T9S5zLLxjBL5PVzZXHCF/?lang=es> (2005).
41. Huet C and Martín M. *Métodos Analíticos para la Determinación de Antioxidantes en Muestras Biológicas*. Madrid, <https://n9.cl/0f4om>.
42. Reguillo M and Martín M. *Métodos Analíticos para la Determinación de Antioxidantes en Muestras Biológicas*. Madrid, <https://n9.cl/vp7bl>.
43. Halliwell B and Gutteridge JMC. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 5ta ed.: Oxford University Press, 2015.
44. Barros F, Dykes L, Awika JM, et al. Accelerated solvent extraction of phenolic compounds from sorghum brans. *Journal of Cereal Science* 2013; 58: 305–312.
45. Sousa C, Rocha H, Magela G, et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Quim. Nova* 2007; 30: 351–355, <https://n9.cl/wfgl3> (2007).
46. Sousa C, Rocha H, Magela G, Cruz M, Da Costa L, Sérvulo D, et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Quim Nova* 2007; 30: 351–355, <https://n9.cl/wfgl3> (2007).
47. Rivas-Morales C, Oranday-Cárdenas MA and Verde-Star MJ. *Investigación en plantas de importancia médica*: OmniaScience, 2016.

48. Hernández Sampieri R and Mendoza Torres CP. *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. 1ª ed. Ciudad de México: McGraw Hill Interamericana Editores, 2018.
49. Daniel WW and León Hernández F. *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Cuarta edición. México: Limusa Wiley, 2014.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Certificado de la clasificación taxonómica de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn. "chinchilcuma".



EL JEFE DEL HERBARIUM HUAMANGENSIS DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
"SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA"

C E R T I F I C A

Que, el Centro de Desarrollo, Análisis y Control de Calidad de Medicamentos y Fito medicamentos "Marco A. Garrido Malo, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de Investigación.

Dicha muestra ha sido determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988. y es como sigue:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ASTERIDAE
ORDEN	:	ASTERALES
FAMILIA	:	ASTERACEAE
GENERO	:	Mutisia
ESPECIE	:	<i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.
N.V.	:	"chinchilcuma"

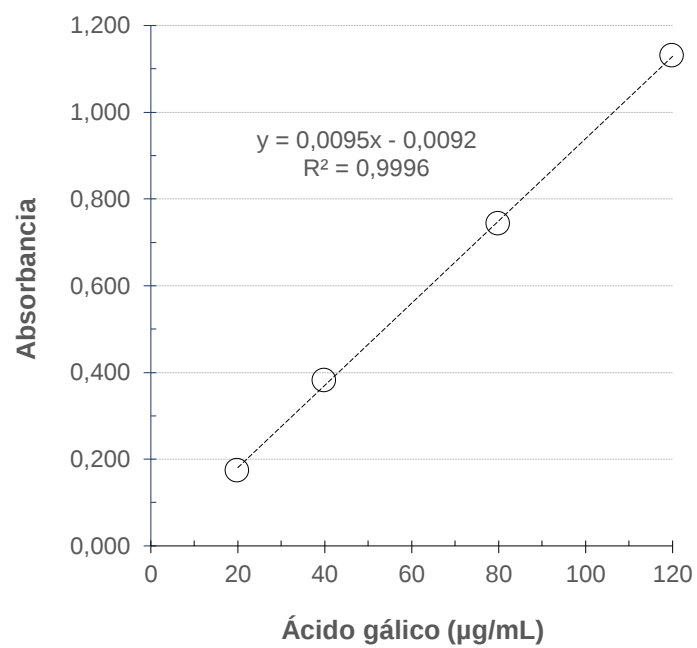
Se expide la certificación correspondiente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho 7 de Setiembre del 2017

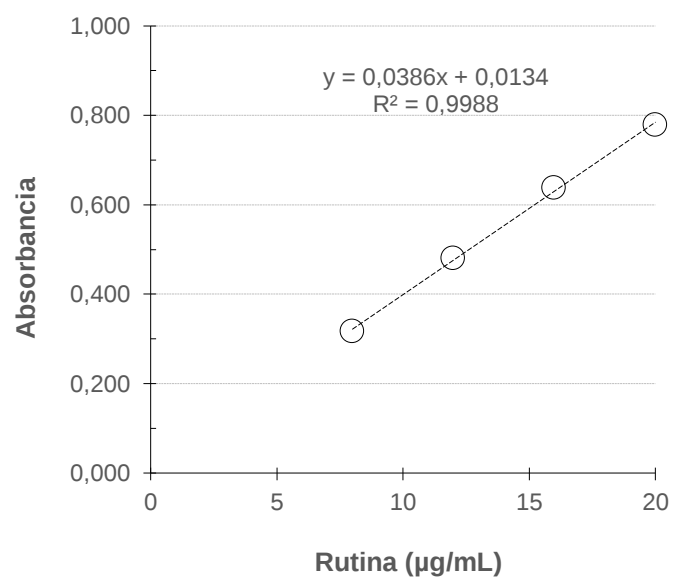
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
HERBARIUM HUAMANGENSIS

Bga. Laura Aureasme Medina
JEFE

Anexo 2. Curva de calibración de ácido gálico.



Anexo 3. Curva de calibración de rutina.



Anexo 4. Datos estadísticos del contenido de fenoles totales y flavonoides en las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Descriptivos									
					95% del intervalo de confianza para la media				
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo	
		N	Media	Desv. Est.	Error estándar				
TPC	Fracción hexánica	3	55,93	0,8	0,45	54,0	57,9	55,3	56,8
	Fracción de acetato de etilo	3	168,60	0,9	0,51	166,4	170,8	167,9	169,6
	Fracción metanólica	3	280,27	0,6	0,35	278,7	281,8	279,6	280,8
	Extracto metanólico	3	238,00	1,0	0,55	235,6	240,4	237,1	239,0
TFC	Fracción hexánica	3	9,50	0,4	0,20	8,6	10,4	9,2	9,9
	Fracción de acetato de etilo	3	27,36	0,1	0,04	27,2	27,5	27,3	27,4
	Fracción metanólica	3	105,87	0,5	0,29	104,6	107,1	105,5	106,4
	Extracto metanólico	3	84,66	0,2	0,14	84,0	85,3	84,5	84,9

Prueba de homogeneidad de varianzas					
Estadístico de					
		Levene	gl1	gl2	Sig.
TPC	Se basa en la media	0,242	3	8	0,865
TFC	Se basa en la media	2,273	3	8	0,157

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TPC	Entre grupos	86429,83	3	28809,942	43053,46	3,6x10 ⁻¹⁷
	Dentro de grupos	5,35	8	0,669		
	Total	86435,18	11			
TFC	Entre grupos	18864,12	3	6288,039	57255,08	1,2x10 ⁻¹⁷
	Dentro de grupos	0,88	8	0,110		
	Total	18864,99	11			

		HSD Tukey ^a				
		N	Subconjunto para alfa = 0,05			
Factor TPC			1	2	3	4
Fracción hexánica	3		55,93			
Fracción de acetato de etilo	3			168,60		
Extracto metanólico	3				238,00	
Fracción metanólica	3					280,27
Sig.			1.00	1.00	1.00	1.00

HSD Tukey ^a						
		N	Subconjunto para alfa = 0,05			
Factor TFC			1	2	3	4
Fracción hexánica		3	9,50			
Fracción de acetato de etilo		3		27,36		
Extracto metanólico		3			84,66	
Fracción metanólica		3				105,87
Sig.			1,00	1,00	1,00	1,00

Anexo 5. Datos estadísticos de la actividad antioxidante por el método DPPH de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Descriptivos								
Tratamiento (µg/mL)	N	Media	Desv. est.	Error est. media	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Trolox 25	3	20,35	0,81	0,47	18,35	22,35	19,53	21,14
Trolox 50	3	43,54	1,36	0,79	40,15	46,93	41,99	44,55
Trolox 75	3	70,90	0,66	0,38	69,26	72,54	70,52	71,66
Trolox 100	3	91,91	0,20	0,11	91,42	92,40	91,75	92,13
Fracción héxanica 25	3	1,58	0,05	0,03	1,45	1,71	1,52	1,61
Fracción héxanica 50	3	2,87	0,14	0,08	2,52	3,23	2,75	3,03
Fracción héxanica 100	3	5,43	0,20	0,11	4,94	5,93	5,21	5,59
Fracción héxanica 250	3	12,13	0,34	0,20	11,29	12,98	11,85	12,51
Fracción héxanica 500	3	22,91	0,06	0,03	22,76	23,05	22,84	22,94
Fracción acetato etilo 25	3	3,82	0,38	0,22	2,87	4,78	3,41	4,17
Fracción acetato etilo 50	3	7,27	0,64	0,37	5,67	8,87	6,54	7,77
Fracción acetato etilo 100	3	13,33	0,30	0,17	12,59	14,08	12,99	13,55
Fracción acetato etilo 250	3	40,98	0,95	0,55	38,63	43,34	39,91	41,71
Fracción acetato etilo 500	3	59,75	0,52	0,30	58,46	61,04	59,15	60,09
Fracción metanólica 25	3	14,53	1,14	0,66	11,70	17,37	13,46	15,73
Fracción metanólica 50	3	21,20	0,70	0,40	19,46	22,94	20,66	21,99
Fracción metanólica 100	3	32,86	1,29	0,74	29,66	36,06	31,66	34,22
Fracción metanólica 250	3	67,58	2,08	1,20	62,41	72,75	65,78	69,86
Fracción metanólica 500	3	92,42	0,29	0,16	91,71	93,12	92,13	92,70
Extracto metanólico 25	3	10,99	0,58	0,33	9,56	12,42	10,33	11,37
Extracto metanólico 50	3	16,43	0,31	0,18	15,67	17,19	16,21	16,78
Extracto metanólico 100	3	27,14	0,24	0,14	26,55	27,73	26,92	27,39
Extracto metanólico 250	3	54,91	0,52	0,30	53,61	56,22	54,31	55,26
Extracto metanólico 500	3	88,78	0,97	0,56	86,38	91,18	87,68	89,48

Prueba de homogeneidad de varianzas				
		Estadístico de		
		Levene	gl1	gl2
				Sig.
DPPH	Se basa en la media	3,306	23	48
				0,058

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	61798,32	23	2686,88	4438,01	3,2 x 10 ⁻⁷²
Dentro de grupos	29,060	48	0,61		
Total	61827,38	71			

HSD Tukey ^a																		
Subconjunto para alfa = 0,05																		
Factor	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
FH 25	3	1,6																
FH 50	3	2,9																
FA 25	3	3,8	3,8															
FH 100	3		5,4	5,4														
FA 50	3			7,3														
EM 25	3				11,0													
FH 250	3				12,1	12,1												
FA 100	3				13,3	13,3												
FM 25	3					14,5	14,5											
EM 50	3						16,4											
Tx 25	3							20,3										
FM 50	3							21,2	21,2									
FH 500	3								22,9									
EM 100	3									27,1								
FM 100	3										32,9							
FA 250	3											41,0						
Tx 50	3												43,5					
EM 250	3													54,9				
FA 500	3														59,7			
FM 250	3															67,6		
Tx 75	3																70,9	
EM 500	3																	88,8
Tx 100	3																	91,9
FM 500	3																	92,4
Sig.		,1	,6	,4	,1	,1	,3	1,0	,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Nota. FH: fracción hexánica. FA: fracción de acetato de etilo. FM: fracción metanólica. EM: extracto metanólico. Tx: Trolox

Anexo 6. Datos estadísticos de la concentración eficiente antioxidante por el método DPPH de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Descriptivos								
CE50_DPPH								
	N	Media	Desv. est.	Error est. media	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Trolox	3	52,37	1,00	0,58	49,88	54,85	51,60	53,50
Fracción hexánica	3	180,27	4,48	2,58	169,15	191,39	175,10	183,00
Fracción acetato de etilo	3	108,00	1,25	0,72	104,90	111,10	107,00	109,40
Fracción metanólica	3	88,17	1,21	0,70	85,16	91,17	86,80	89,10
Extracto metanólico	3	96,23	,32	0,19	95,43	97,03	96,00	96,60

Prueba de homogeneidad de varianzas				
Estadístico de Levene				
	gl1	gl2	Sig.	
CE50_DPPH Se basa en la media	8,187	4	10	0,063

ANOVA					
CE50_DPPH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	26413,663	4	6603,416	1365,847	1,2 x 10 ⁻¹³
Dentro de grupos	48,347	10	4,835		
Total	26462,009	14			

CE50_DPPH						
HSD Tukey ^a						
Factor_CE50	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Trolox	3	52,4				
Fracción metanólica	3		88,2			
Extracto metanólico	3			96,2		
Fracción acetato de etilo	3				108,0	
Fracción hexánica	3					180,3
Sig.		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Anexo 7. Datos estadísticos de la actividad antioxidante por el método ABTS** de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Descriptivos									
Tratamiento (µg/mL)	N	Media	Desv. est.	Error est.	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
Fracción hexánica 25	3	1,51	0,2	0,13	1,0	2,1	1,3	1,7	
Fracción hexánica 50	3	3,55	0,2	0,10	3,1	4,0	3,5	3,8	
Fracción hexánica 100	3	3,65	0,4	0,21	2,7	4,6	3,3	4,0	
Fracción hexánica 250	3	6,81	0,1	0,36	6,5	7,2	6,7	7,0	
Fracción hexánica 500	3	10,41	0,3	0,18	9,7	11,2	10,2	10,8	
Fracción acetato de etilo 25	3	3,55	0,4	0,26	2,4	4,7	3,2	4,0	
Fracción acetato de etilo 50	3	7,69	0,1	0,08	7,3	8,0	7,5	7,8	
Fracción acetato de etilo 100	3	15,82	1,4	0,83	12,3	19,4	15,0	17,5	
Fracción acetato de etilo 250	3	35,38	1,0	0,55	33,0	37,7	34,4	36,3	
Fracción acetato de etilo 500	3	55,72	0,4	0,22	54,8	56,7	55,4	56,2	
Fracción metanólica 25	3	5,84	0,5	0,27	4,7	7,0	5,5	6,4	
Fracción metanólica 50	3	8,82	0,4	0,26	7,7	9,9	8,4	9,3	
Fracción metanólica 100	3	18,30	1,2	0,71	15,3	21,3	16,9	19,1	
Fracción metanólica 250	3	42,87	1,7	0,99	38,6	47,1	41,0	44,3	
Fracción metanólica 500	3	65,40	1,3	0,76	62,1	68,7	64,2	66,8	
Extracto metanólico 25	3	2,58	0,2	0,08	2,2	3,0	2,4	2,7	
Extracto metanólico 50	3	6,42	2,1	1,22	1,2	11,7	4,3	8,6	
Extracto metanólico 100	3	15,72	1,4	0,83	12,2	19,3	14,6	17,3	
Extracto metanólico 250	3	37,27	1,0	0,56	34,9	39,7	36,2	37,9	
Extracto metanólico 500	3	64,33	0,6	0,34	62,9	65,8	63,8	64,9	
Trolox 25	3	9,5	0,2	0,1	9,1	9,9	9,3	9,6	
Trolox 50	3	16,5	0,4	0,3	15,4	17,6	16,1	16,9	
Trolox 100	3	33,6	0,5	0,3	32,5	34,8	33,3	34,2	
Trolox 150	3	47,6	0,0	0,0	47,6	47,6	47,6	47,6	
Trolox 200	3	67,8	1,1	0,7	65,0	70,6	66,9	69,1	

Prueba de homogeneidad de varianzas				
		Estadístico de Levene	gl1	gl2
ABTS	Se basa en la media	3,136	24	50
ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática
Entre grupos		35500,67	24	1479,19
Dentro de grupos		39,68	50	0,79
Total		35540,35	74	
				F
				1863,86
				Sig.
				9,3 x 10 ⁻⁶⁶

			HSD Tukey ^a														
			Subconjunto para alfa = 0.05														
Factor	ABTS	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
FH 25		3	1,5														
EM 25		3	2,6														
FH 50		3	3,6	3,6													
FA 25		3	3,6	3,6													
FH 100		3	3,7	3,7	3,7												
FM 25		3		5,8	5,8	5,8											
EM 50		3			6,4	6,4	6,4										
FH 250		3				6,8	6,8	6,8									
FA 50		3				7,7	7,7	7,7	7,7								
FM 50		3					8,8	8,8	8,8								
Tx 25		3						9,5	9,5								
FH 500		3							10,4								
EM 100		3								15,7							
FA 100		3								15,8							
Tx 50		3								16,5							
FM 100		3								18,3							
Tx 100		3									33,6						
FA 250		3									35,4						
EM 250		3										35,4					
FM 250		3										37,3					
Tx 150		3											42,9				
FA 500		3												47,6			
EM 500		3													55,7		
FM 500		3														64,3	
FM 500		3														65,4	65,4
Tx 200		3															67,8
Sig.			0,4	0,3	0,1	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,7	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	0,2

Nota. FH: fracción hexánica. FA: fracción de acetato de etilo. FM: fracción metanólica. EM: extracto metanólico. Tx: Trolox

Anexo 8. Datos estadísticos de la concentración antioxidante eficiente por el método ABTS^{•+} de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Descriptivos									
	N	Media	Desv. Desviación	Error est. media	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
Trolox	3	150,6	1,5	0,84	147,0	154,2	149,1	152,1	
Fracción hexánica	3	2757,64	62,0	35,78	2603,9	2911,9	2698,7	2822,3	
Fracción acetato de etilo	3	428,49	3,9	2,28	416,3	435,9	421,6	428,5	
Fracción metanólica	3	354,53	3,3	1,89	347,5	363,7	353,0	359,3	
Extracto metanólico	3	381,81	5,6	3,22	361,5	389,2	372,1	381,8	

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene		gl1	gl2
CE50 ABTS	Se basa en la media	4,518		4	10
					Sig.
					0,064

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14315271,59	4	3578817,89	4585,47	2,8 x 10 ⁻¹⁶
Dentro de grupos	7804,68	10	780,46		
Total	14323076,27	14			

HSD Tukey ^a				
Factor CE50	N	Subconjunto para alfa = 0,05		
		1,0	2,0	3,0
Trolox	3,0	150,6		
Fracción metanólica	3,0		355,6	
Extracto metanólico	3,0		375,4	
Fracción acetato de etilo	3,0		426,1	
Fracción hexánica	3,0			2757,9
Sig.		1,0	,1	1,0

Anexo 9. Datos estadísticos de la actividad antioxidante por el método FRAP de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Descriptivos								
Tratamiento (µg/mL)	N	Media	Desv. Est.	Error est. media	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Fracción hexánica 25	3	1,24	0,1	0,01	1,2	1,3	1,2	1,2
Fracción hexánica 50	3	4,82	0,1	0,02	4,7	4,9	4,8	4,9
Fracción hexánica 100	3	8,46	0,1	0,01	8,4	8,5	8,5	8,5
Fracción hexánica 250	3	13,13	0,1	0,01	13,1	13,2	13,1	13,1
Fracción hexánica 500	3	15,27	0,1	0,03	15,1	15,4	15,2	15,3
Fracción de acetato de etilo 25	3	10,88	0,7	0,42	9,1	12,7	10,1	11,5
Fracción de acetato de etilo 50	3	17,48	1,8	1,03	13,1	21,9	16,3	19,5
Fracción de acetato de etilo 100	3	33,59	0,6	0,36	32,1	35,1	33,1	34,3
Fracción de acetato de etilo 250	3	55,81	0,4	0,22	54,9	56,7	55,4	56,1
Fracción de acetato de etilo 500	3	71,31	0,2	0,14	70,7	71,9	71,0	71,5
Fracción metanólica 25	3	14,64	0,5	0,30	13,4	15,9	14,1	15,1
Fracción metanólica 50	3	26,89	0,4	0,25	25,8	27,9	26,6	27,4
Fracción metanólica 100	3	43,21	1,6	0,92	39,2	47,2	41,9	45,0
Fracción metanólica 250	3	65,66	0,3	0,16	64,9	66,4	65,4	66,0
Fracción metanólica 500	3	78,87	0,1	0,05	78,6	79,1	78,8	78,9
Extracto metanólico 25	3	6,77	0,6	0,36	5,2	8,3	6,2	7,4
Extracto metanólico 50	3	19,63	0,3	0,20	18,8	20,5	19,2	19,8
Extracto metanólico 100	3	36,55	1,2	0,67	33,7	39,4	35,6	37,9
Extracto metanólico 250	3	61,23	0,4	0,24	60,2	62,3	60,9	61,7
Extracto metanólico 500	3	76,93	0,1	0,04	76,7	77,1	76,9	77,0
Trolox 25	3	26,44	0,9	0,50	24,3	28,6	25,7	27,4
Trolox 50	3	42,35	0,7	0,41	40,6	44,1	41,8	43,2
Trolox 100	3	60,21	0,2	0,10	59,8	60,6	60,0	60,4
Trolox 150	3	70,03	0,2	0,14	69,4	70,6	69,8	70,3

Prueba de homogeneidad de varianzas				
		Estadístico de Levene		Sig.
FRAP	Se basa en la media	4,972	23	0,059
ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática
Entre grupos		45371,45	23	1972,67
Dentro de grupos		27,94	48	0,58
Total		45399,39	71	

		HSD Tukey ^a															
		N	Subconjunto para alfa = 0,05														
Factor	FRAP		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
FH 25		3	1,3														
FH 50		3		4,9													
EM 25		3		6,8	6,8												
FH 100		3			8,5	8,5											
FA 25		3				10,9											
FH 500		3					13,8										
FH 250		3					14,5										
FM 25		3					14,6										
FA 50		3						17,5									
EM 50		3						19,6									
TX 25		3							26,4								
FM 50		3							26,9								
FA 100		3								33,6							
EM 100		3									36,6						
TX 50		3										42,3					
FM 100		3										43,2					
FA 250		3											55,8				
TX 100		3												60,2			
EM 250		3												61,2			
FM 250		3													65,7		
TX 150		3														70,0	
FA 500		3														71,3	
EM 500		3															76,9
FM 500		3															78,9
Sig.			1.0	0.3	0.5	0.1	1.0	0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.3

Nota. FH: fracción hexánica. FA: fracción de acetato de etilo. FM: fracción metanólica. EM: extracto metanólico. Tx: Trolox

Anexo 10. Datos estadísticos de la concentración antioxidante eficiente por el método FRAP de las hojas de *Mutisia mathewsii* Hook & Arn.

Descriptivos								
	N	Media	Desv. est.	Error est. media	95% del intervalo de confianza		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Trolox	3	66,45	0,1	0,07	66,1	66,8	66,4	66,6
Fracción hexánica	3	804,54	18,2	10,53	759,3	849,8	789,5	824,8
Fracción acetato de etilo	3	195,11	2,2	1,25	189,7	200,5	192,8	197,1
Fracción metanólica	3	104,26	2,9	1,65	97,2	111,4	101,3	107,0
Extracto metanólico	3	127,97	1,4	0,78	123,6	130,3	125,8	128,5

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CE50 FRAP	Se basa en la media	7,538	4	10	0,066

ANOVA					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1657992,37	4	285112,17	4108,78	4,9 x 10 ⁻¹⁶
Dentro de grupos	42460,60	10	69,39		
Total	1700452,97	14			

HSD Tukey ^a						
Subconjunto para alfa = 0,05						
Factor CE50	N	1	2	3	4	5
Trolox	3	66,5				
Fracción metanólica	3		104,3			
Extracto metanólico	3			127,0		
Fracción acetato de etilo	3				195,1	
Fracción hexánica	3					804,5
Sig.		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Anexo 11. Fotografías de la ejecución de la investigación.



Hojas de *Mutisia mathewsii*



Molienda



Muestra molida con tierra de diatomeas



Acondicionamiento en celda ASE



Muestra en el ASE



Extractor del ASE



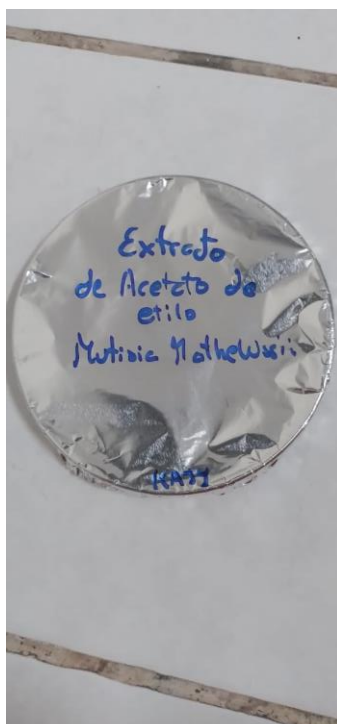
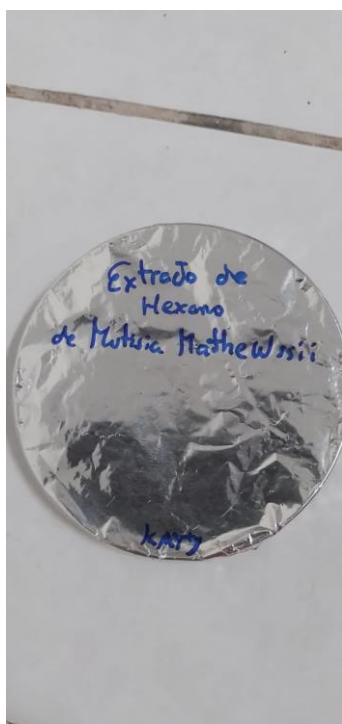
Extracto concentrando en rotavapor



Evaporación de residuos solvente



Extracto



Extractos acondicionados para su almacenamiento y posterior análisis



Ensayo de DPPH



Ensayo ABTS



Ensayo FRAP

Anexo 12. Matriz de consistencia.

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante <i>in vitro</i> de hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook. & Arn.	¿Cuál es el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante <i>in vitro</i> de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn.?	Objetivo General: - Determinar el potencial antioxidante <i>in vitro</i> de los extractos de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook. & Arn. Objetivos Específicos: - Determinar el contenido de fenoles en las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook. & Arn. - Evaluar el potencial antioxidante <i>in vitro</i> de las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook. & Arn., mediante los ensayos de captación de radical libre DPPH, ABTS y FRAP.	Hipótesis General Las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn. poseen un contenido de compuestos fenólicos moderado que le confieren actividad antioxidante <i>in vitro</i>. Hipótesis específicas - Las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn. poseen un contenido de fenoles totales superior al 100 mg GAE/g y un contenido de flavonoides mayor a 50 mg RuE/g. - Las hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn. poseen una actividad antioxidante <i>in vitro</i> mayor al 50% a la concentración de 100 µg/mL por los métodos de DPPH, ABTS+ y FRAP.	Variable independiente: - Extracto metanólico de hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn. (ug/mL) - Fracción hexánica del extracto metanólico de hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn. (ug/mL). - Fracción de acetato de etilo del extracto metanólico de hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn. (ug/mL). - Fracción metanólica del extracto metanólico de hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook & Arn. (ug/mL). Variable dependiente: Actividad antioxidante Indicador: - Actividad antioxidante del radical DPPH y ABTS, expresado en porcentaje de actividad antioxidante (%AA) - Potencial reductor del hierro – FRAP, expresado en (%AA) Concentración antioxidante eficiente Indicador: - Potencial antioxidante reductor del DPPH y ABTS, expresado como la cantidad mínima necesaria para disminuir la concentración del DPPH en un 50% (CE50), expresado en microgramo por cada mililitro (µg/mL). - Poder antioxidante reductor del hierro (FRAP), la concentración media inhibitoria (CI50), expresado en microgramo por cada mililitro (µg/mL).	Alcance de investigación: Descriptivo. Definición de la población y muestra. Población: Hojas de <i>Mutisia mathewsii</i> Hook. & Arn. Muestra: Dos kilogramos de hojas <i>Mutisia mathewsii</i> Hook. & Arn., recolectadas en los afloramientos rocosos del Bosque de Piedras "Huaraca". Métodos instrumentales: Para evaluar el potencial antioxidante se empleará la espectrofotometría UV-VIS. Análisis estadísticos: Los valores del contenido de compuesto fenólicos y actividad antioxidante fueron expresados como promedios con su respectivo error estándar de la media y los resultados fueron representados en tablas y/o figuras. Se realizó previamente la prueba de homogeneidad de varianza de Levene, luego el análisis de varianza para identificar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) y la prueba comparaciones múltiples de Tukey, empleando el programa SPSS.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1279-2024-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER: Katherine Maria JIMENEZ SALAZAR

En la ciudad de Ayacucho, siendo las nueve de la mañana del día veintinueve del mes de noviembre del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación del trabajo de tesis titulado **Contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante *in vitro* de hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn.,** presentado por la bachiller Katherine Maria JIMENEZ SALAZAR para optar el título profesional de Químico Farmacéutica. El jurado evaluador está conformado por:

Presidente (Decano) : Prof. José Alejandro Yarlequé Mujica
Jurados : Prof. Pablo W. Común Ventura
: Prof. Roxana León Aronés
4to jurado : Prof. Tania Mendoza Almeida
Asesor : Prof. Marco R. Aronés Jara
Secretario Docente : Prof. Vivian Vilma Falconi Oré

El presidente de la comisión indica que por la ausencia de la prof. Vivian Vilma Falconi Oré, asuma como secretaria docente la profesora Tania Mendoza Almeida. Seguidamente con el quorum de reglamento se dio inicio a la sustentación de tesis, el presidente de la comisión pide al secretario docente dar lectura a los documentos presentados por el recurrente, resolución decanal y algunas indicaciones al sustentante.

Da inicio la exposición la Bachiller: Katherine Maria JIMENEZ SALAZAR y una vez concluida, el presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas, seguidamente se da pase al asesor de tesis, para que pueda aclarar algunas preguntas, interrogantes, aclaraciones.

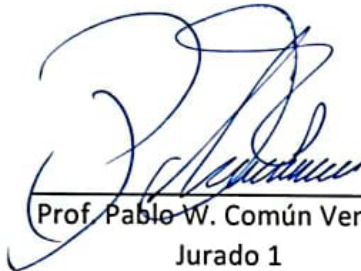
El presidente invita al sustentante abandonar el auditorium para que pueda proceder con la calificación.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: Katherine Maria JIMENEZ SALAZAR

JURADOS	Texto	Exposición	Preguntas	P. Final
Prof. Pablo W. Común Ventura	17	17	17	17
Prof. Roxana León Aronés	17	17	17	17
Prof. Tania Mendoza Almeida	17	15	14	15
PROMEDIO FINAL				16

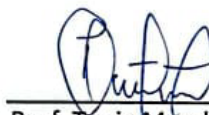
De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller: **Katherine Maria JIMENEZ SALAZAR**; quien obtuvo la nota final de dieciseis (16) para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo las 11:00 am de la mañana, se da por concluido el presente acto académico.



Prof. Pablo W. Común Ventura
Jurado 1



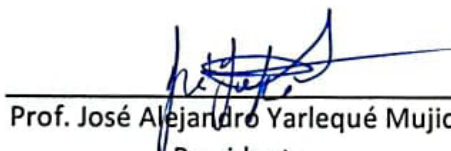
Prof. Roxana León Aronés
Jurado 2



Prof. Tania Mendoza Almeida
4to Jurado



Prof. Marco R. Aronés Jara
Asesor



Prof. José Alejandro Yarlequé Mujica
Presidente



Prof. Tania Mendoza Almeida
Secretario docente



UNSCH

FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:
TESIS DE PREGRADO

(C°61-2024-EPFB-UNSCH)

La que suscribe, directora de escuela y docente instructor en segunda instancia de Tesis de Pregrado, luego de verificar la originalidad de la tesis de la Escuela profesional de Farmacia y bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en representación de la decana y delegada por Resolución Decanal N° 077-2021-UNSCH-FCSA/D, deja constancia que el trabajo de tesis titulado:

Contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante *in vitro* de hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn.

Para optar el título profesional de: QUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR: Bach. Katherine Maria JIMENEZ SALAZAR

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **26% de índice de similitud.**

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13° del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de pregrado de la UNSCH. Por tanto, **ES PROCEDENTE** conceder la Constancia de originalidad en segunda instancia.

Ayacucho, 15 de noviembre del 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

Mg. Maricela López Sierralta
DIRECTORA
Docente. Instructor
Segunda instancia

cc.
Archivo.

Contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante in vitro de hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn.

por Katherine Maria Jimenez Salazar

Fecha de entrega: 15-nov-2024 12:26a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2520253767

Nombre del archivo: Tesis_de_KATHERINE_JIMENEZ.pdf (1.59M)

Total de palabras: 16527

Total de caracteres: 79629

Contenido de compuestos fenólicos y potencial antioxidante in vitro de hojas de *Mutisia mathewsii* Hook. & Arn.

INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

22%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	19%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	teses.usp.br Fuente de Internet	1%
5	zaguan.unizar.es Fuente de Internet	1%
6	Muedas Taipe, Golfer. "Estudio químico y de actividad antioxidante de la Bauhinia guinensis var. kuntiana Aubl.", Pontificia Universidad Católica del Perú - CENTRUM Católica (Peru), 2020 Publicación	<1%
7	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%

Exclur citas

Activo

Exclur coincidencias

< 30 words

Exclur bibliografía

Activo